



# Birkelyst, Ikast

---

Geoteknisk undersøgelse

---

**IKAST-BRANDE KOMMUNE**

---

**1. MARTS 2018**

Projekt nr.: 229315  
Dokument nr.: 1227109850  
Version 1  
Revision 0

Udarbejdet af KHO  
Kontrolleret af PRG/BAL  
Godkendt af BMF

## Sammenfatning

Der er planlagt en udstykning af parcelhusgrunde i den sydvestlige del af Ikast, hvor området Birkelyst skal byggemodnes med anlæg af veje samt afvandingsystem og regnvandsbassin.

Der er med Franck Miljø- og Geoteknik som boreentreprenør blevet udført 55 geotekniske borer, hvori der under ca. 0,2 á 1,3 m muld og fyld er truffet regelløse senglaciale aflejringer af smeltevandssand og -ler samt glaciale aflejringer af moræneler til boringernes bund. Stedvist fremstår de øvre leraflejringerne med lave styrker.

I de fleste af borerne er der registreret højtstående vandspejl, ca. 0,5 á 1,8 m u.t. Det vurderes at være sekundære vandspejl.

### Parceller

Ud fra de trufne jordbundsforhold i borerne vurderes det foreløbigt at funderingen af de kommende parcelhuse kan foretages som en direkte fundering eller en sandpudéfundering. Dette afhænger af de kommende projekters kotemæssige placering.

I borerne er der generelt truffet fedt til meget fedt ler samt stedvise slappe aflejringer, som kan resultere i yderligere funderingsforanstaltninger, hvilket ubetinget skal undersøges for hvert enkelt projekt.

Med det registrerede vandspejl, skønnes der ikke behov for en midlertidig grundvandssænkning i forbindelse med kælderløse projekter. Dog kan der optræde sekundære vandspejl, hvilket vurderes at kunne bortledes vha. en direkte lænsning.

### Vej og kloak.

Veje vurderes overvejende at kunne funderes direkte efter afrømning af muld og vækstlag. Der vurderes at planum er frostfarlig og følsom overfor dynamiske påvirkninger, hvorfor der skal sikres effektiv dræning af planum og bærelag.

Der foreligger ikke endelige oplysninger om lægningsniveauer for ledninger, men det vurderes, at ledningerne overvejende kan lægges uden sætningsgener, såfremt de lægges i intakte aflejringer.

Ved udgravninger der sker i eller umiddelbart over lavpermeable aflejringer, kan sekundære vandspejl og tilstrømmende vand efter al sandsynlighed bortledes vha. et rallag i bunden af udgravningen hvori der kan foretages en direkte lænsning.

Ved udgravninger i sand, kan en midlertidig grundvandssænkning foretages vha. et sugespidsanlæg tilsluttet vakuumanlæg.

I 21 af de 55 borer er der truffet nedre sandlag hvori der er registreret vandtryk. Afhængig af udgravningsdybde kan det derfor vise sig nødvendigt at foretage en trykaflastning forud for udgravningen.

### Regnvandsbassin/nedsivning

Ved mulige placeringer af regnvandsbassinet er der overvejende truffet moræneler, men da der er truffet vandtryk i nedre sandlag i 2 borer, skal det undersøges om der er risiko for bundbrud i både permanent og midlertidig tilstand. Dette kan medføre meromkostninger til f.eks. ballastering, dræning og lign.

Der vurderes umiddelbart ikke bundbrudsproblemer ved de resterende borer.

Da geologien i hele området overvejende er moræneler som fremstår ret fedt, er det vurderet at have "moderat dårlig" til "dårlig" nedsivningsevne.

På baggrund heraf vurderes området begrænset egnet for nedsivning, idet nedsivning vil kræve forholdsvis store volumener.

**Miljø**

Ifølge tilgængeligt kortmateriale er byggefeltet ikke kortlagt og/eller områdeklassificeret og er derfor ikke omfattet af jordflytningsbekendtgørelsen. Det anbefales at få ovenstående verificeret, før arbejdets igangsætning. Ligeledes anbefales det, inden anlægsfasens påbegyndelse, at få klarlagt om modtageren af jorden vil stille krav til miljøprøver.

# Indhold

---

<b>1</b>	<b>Indledning</b>	<b>5</b>
1.1	Projektbeskrivelse	5
1.2	Formål	5
<b>2</b>	<b>Undersøgelsens omfang</b>	<b>5</b>
2.1	Geoteknisk arkivsøgning	5
2.2	Feltundersøgelser	6
2.3	Laboratorieundersøgelser	6
<b>3</b>	<b>Resultater</b>	<b>6</b>
3.1	Jordbundsforhold	6
3.2	Grundvandsforhold	6
<b>4</b>	<b>Vurderinger</b>	<b>9</b>
4.1	Funderingsforhold	9
4.2	Nedsivning	10
4.3	Projektering	11
4.4	Miljøforhold	12
<b>5</b>	<b>Udførelse</b>	<b>12</b>
5.1	Tørholdelsesforanstaltninger	12
5.2	Udgravningsforhold	13
5.3	Tilfyldning	13
5.4	Komprimering	13
5.5	Naboforhold	14
5.6	Tilsyn, kontrol og overvågning	14
<b>6</b>	<b>Supplerende undersøgelser</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Afsluttende bemærkninger</b>	<b>14</b>

---

**Bilag 1:** Boreprofiler B1-B45, R1-R5 og V1-V5

**Bilag 2:** Geofysisk rapport

**Bilag 3:** Potentialekort

**Bilag A:** Signaturer og definitioner

**Bilag S:** Geoteknisk situationsplan

---



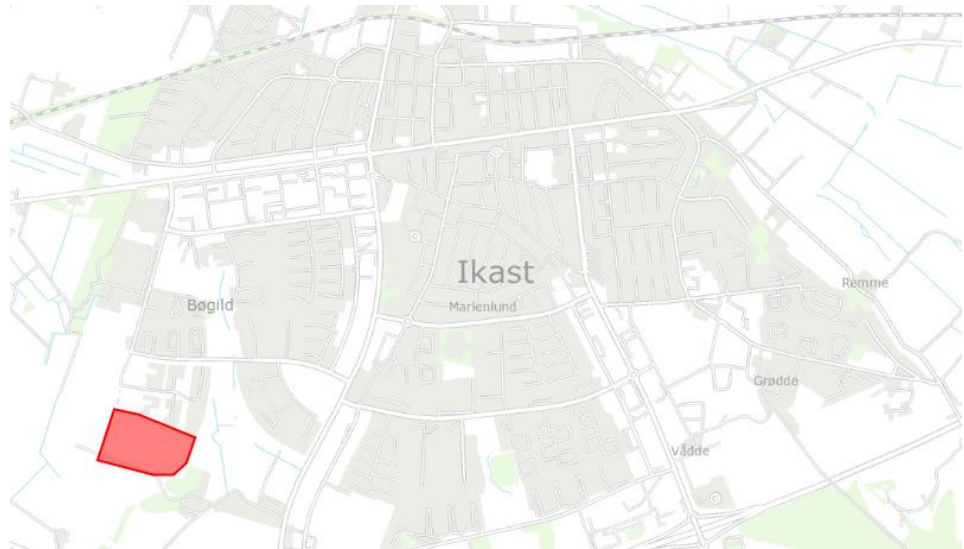
# 1 Indledning

## 1.1 Projektbeskrivelse

Undersøgelsen er udført i forbindelse med en byggemodning og udstykning af parcelhusgrunde i Birkelyst, i den sydvestlige del af Ikast. Området skal byggemodnes med anlæg af veje, afvandingssystem og regnvandsbassiner. Byggemodningsområdets placering fremgår af figur 1.1. NIRAS har i den forbindelse udført en geoteknisk undersøgelse.

Figur 1.1: Oversigtskort, nordvendt orienteret.

Byggemodningsprojektet er angivet med rød.



Der foreligger endnu ikke faste oplysninger om lægningsniveauer for ledninger, placering af regnvandsbassiner samt hvilke parcelhuse der skal være.

## 1.2 Formål

Formålet med undersøgelsen er at fremskaffe geotekniske data for Ikast-Brande Kommunes byggemodning af arealet samt orienterende geotekniske data vedr. efterfølgende grundsalg.

# 2 Undersøgelsens omfang

## 2.1 Geoteknisk arkivsøgning

NIRAS har indsamlet oplysninger om jordbundsforhold mv. fra disse kilder:

- Geologisk jordartskort (DGU)
- Historiske kort (herunder luftfotokort)

Ifølge geologisk jordartskort 1:25000 kan der i den øverste meter forventes aflejringer af glacialt moræneler i hele området.

Ifølge historiske luftfotos tilbage til 1944, har arealet udelukkende været anvendt til almindeligt landbrug.

## 2.2 Feltundersøgelser

Forud for udførelsen af borerne, har NIRAS udført geofysiske målinger af hele arealet. Målingerne er udført med DualEM ved at analysere den elektriske modstand i jorden og på den måde vurdere lagfølgen. Den geofysiske rapport med resultaterne af de geofysiske målinger er vedlagt Bilag 2.

Med Franck Miljø- og Geoteknik A/S som boreentreprenør, blev der fra d. 7. januar og frem til den 31. januar 2018 udført 55 borer benævnt B1-B45, R1-R5 og V1-V5. Borerne er udført for at klarlægge geoteknikken for hhv. parcelhusgrunde, regnvandsbassiner, kloaker samt veje. Borerne blev udført med mobilt boreværk, som uforede 6" borer med snegl. De fleste borer er ført til 4,0 m u.t. og hvor der forventes at etablere regnvandsbassiner er 9 af borer ført til 6,0 á 8,0 m u.t.

Borerne er udført som geotekniske borer, iht. DGF Bulletin no. 14, og der er foretaget følgende ifm. borearbejdet:

- Laggrænser er registreret af boreformanden
- Vingeforsøg til bestemmelse af kohæsive jordarters udrænedede forskydningsstyrke
- Pejlerør: ø25 mm med 0,7-1,0 m slidsestrækning omgivet af filtersand

Koordinater og terrænkoten ved borerne er afsat og indmålt med GPS og fremgår af de respektive boreprofiler, Bilag 1. Koter referer til DVR90 og koordinater til UTM32EREF89.

Boringernes placering fremgår af situationsplanen i Bilag S.

## 2.3 Laboratorieundersøgelser

NIRAS har udført laboratorieundersøgelser og har foretaget følgende:

- Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse i henhold til DGF Bulletin 1, rev. 3 februar 2009, på alle prøver
- Bestemt det naturlige vandindhold,  $w$  (%)

Resultaterne af felt- og laboriearbejdet er optegnet af NIRAS på geotekniske boreprofiler, der er vedlagt som Bilag 1. Signaturer og definitioner fremgår af Bilag A.

## 3 Resultater

### 3.1 Jordbundsforhold

Ved de udførte borerne er der under ca. 0,2 á 1,3 m muld og fyld truffet regelløse aflejringer bestående af senglacialt sand og ler og glacialt moræneler til boringernes slutdybde 4 á 8 m u. t. I de fleste af borerne fremstår den trufne ler fedt og meget fedt.

### 3.2 Grundvandsforhold

Borerne er pejlet umiddelbart efter borearbejdets afslutning samt ved en synkronpejlerunde udført d. 9. februar 2018, svarende til mindst 7 dage efter. Der er med baggrund i den synkronpejlerunde optegnet et potentialekort for grundvandspejlets beliggenhed. Resultaterne fremgår af Tabel 3.1 og Bilag 3.

Tabel 3.1: Resultat af udførte pejlinger.

Boring	Terræn	GVS (pejlet efter endt borearbejde)		GVS (pejlet d. 09/02-2018)	
	(DVR90)	(m u.t.)	(DVR90)	(m u.t.)	(DVR90)
B1	+72,3	2,6	+69,8	1,0	+71,3
B2	+72,1	2,6	+69,5	1,5	+70,6
B3	+71,6	2,5	+69,2	0,8	+70,8
B4	+71,4	2,8	+68,6	1,1	+70,3
B5	+71,0	3,5	+67,5	1,0	+69,9
B6	+70,6	-	-	1,0	+69,7
B7	+70,1	0,4	+69,7	0,7	+69,4
B8	+69,5	0,9	+68,6	0,8	+68,6
B9	+72,8	0,7	+72,1	1,0	+71,8
B10	+72,6	1,3	+71,3	1,0	+71,6
B11	+72,4	tør	tør	0,9	+71,5
B12	+72,1	2,4	+69,7	1,0	+71,2
B13	+71,9	1,8	+70,1	0,8	+71,1
B14	+71,5	2,3	+69,2	0,9	+70,6
B15	+71,3	2,2	+69,0	0,9	+70,3
B16	+71,0	5,2	+65,8	0,8	+70,1
B17	+72,7	tør	tør	1,0	+71,7
B18	+72,0	2,3	+69,7	0,9	+71,1
B19	+72,9	3,3	+69,6	0,9	+72,0
B20	+72,4	0,6	+71,8	1,0	+71,4
B21	+72,7	1,2	+71,4	1,2	+71,5
B22	+72,9	1,2	+71,7	0,9	+72,0
B23	+73,0	0,9	+72,0	0,9	+72,1
B24	+72,8	3,5	+69,3	0,9	+71,8
B25	+72,6	-	-	1,0	+71,6
B26	+72,3	-	-	0,8	+71,5
B27	+72,3	1,3	+71,0	1,0	+71,3

Boring	Terræn	GVS (pejlet efter endt borearbejde)		GVS (pejlet d. 09/02-2018)	
	(DVR90)	(m u.t.)	(DVR90)	(m u.t.)	(DVR90)
B28	+72,2	tør	tør	1,0	+71,2
B29	+72,4	1,0	+71,4	1,1	+71,4
B30	+72,7	1,0	+71,7	1,0	+71,7
B31	+72,8	1,4	+71,4	0,9	+71,9
B32	+73,0	3,6	+69,4	0,9	+72,1
B33	+72,8	0,8	+72,1	1,0	+71,9
B34	+72,6	2,0	+70,6	0,8	+71,7
B35	+71,5	3,2	+68,3	0,9	+70,6
B36	+72,0	0,8	+71,2	0,8	+71,2
B37	+72,3	0,6	+71,7	1,1	+71,3
B38	+72,8	0,9	+71,9	0,6	+72,2
B39	+73,0	0,3	+72,8	0,5	+72,5
B40	+73,1	0,6	+72,5	0,9	+72,2
B41	+70,5	2,1	+68,4	1,1	+69,4
B42	+70,9	0,6	+70,3	0,9	+70,0
B43	+71,6	0,9	+70,7	0,9	+70,6
B44	+72,2	0,5	+71,7	0,6	+71,7
B45	+72,7	0,7	+72,1	0,9	+71,8
R1	+68,1	4,9	+63,2	0,9	+67,2
R2	+70,0	1,8	+68,3	2,3	+67,8
R3	+71,3	1,8	+69,5	1,3	+70,1
R4	+72,0	1,9	+70,1	0,9	+71,1
R5	+66,7	4,8	+61,9	5,5	+61,2
V1	+71,9	-	-	0,7	+71,2
V2	+70,9	-	-	0,7	+70,2
V3	+69,6	3,8	+65,8	1,0	+68,6
V4	+72,0	0,7	+71,4	0,9	+71,1



Boring	Terræn	GVS (pejlet efter endt borearbejde)		GVS (pejlet d. 09/02-2018)	
	(DVR90)	(m u.t.)	(DVR90)	(m u.t.)	(DVR90)
V5	+73,2	3,6	+69,6	1,0	+72,2

Det vurderes, at de trufne vandspejl er sekundære vandspejl.

Det registrerede vandspejlet i R5 vurderes at være et dybereliggende vandspejl i sandlaget ca. 5,5 m u.t. Det må dog forventes, at der også er et sekundært vandspejl i de øvre leraflejringer.

Da der truffet lavpermeable aflejringer, må der forventes årstids- og nedbørsafhængige, sekundære grundvandsspejl eller nedslivningshorisonter, hvorfor der må forventes højere liggende og sekundære vandspejl.

## 4 Vurderinger

### 4.1 Funderingsforhold

#### 4.1.1 Veje og pladser

Overbygning for vejanlæg kan udlægges uden sætningsgener efter afrømning af samtlige muld og vækstlag, svarende til det niveau i Tabel 4.1 anførte afrømningsniveau (AFRN) for vejopbygningen. I tabellen er også anført terrænkote samt højest registreret vandspejl (VSP).

Tabel 4.1: Terrænniveau samt niveau for AFRN og vandspejl.

Boring	Terræn	AFRN		VSP
	(DVR90)	(m u.t.)	(DVR90)	(DVR90)
V1	+71,9	0,2	+71,7	+71,2
V2	+70,9	0,3	+70,6	+70,2
V3	+69,6	0,3	+69,3	+68,6
V4	+72,0	0,3	+71,7	+71,4
V5	+73,2	0,3	+72,9	+72,2

Planum vurderes frostfarlig, da underbunden overvejende består af ret fede leraflejringer. Dette ler karakteriseres som udblødningsfarligt og følsomt overfor dynamiske påvirkninger i forbindelse med nedbør og overfladevand, hvorfor der skal sikres effektiv dræning af planum og bærelag.

Befæstede arealer anbefales dimensioneret i henhold til vejregler for "Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger" (november 2013).

#### 4.1.2 Ledninger

Der foreligger ikke endelige oplysninger om lægningsniveauer for ledninger, men det vurderes, at ledningerne kan lægges uden sætningsgener, såfremt de lægges i intakte aflejringer svarende til de angivne niveauer, jf. Tabel 4.1.

I 21 af de 55 borer er der truffet nedre sandlag hvori der er registreret vandtryk. Afhængig af udgravningsdybde kan det derfor vise sig nødvendigt at foretage en trykaflastning forud for udgravningen, se afsnit 5.1.

Det fede ler og moræneler, vurderes uanvendeligt og betinget anvendeligt til genindbygning i kloakgrav. For betinget egnede aflejringer som ler og moræneler ( $15\% < w < 20\%$ ) har vejrlig og årstid stor indflydelse på materialernes egnethed for genindbygning. Det anbefales derfor, at genindbygning af disse materialer kun foretages i tørvejr.

#### 4.1.3 Regnvandsbassiner

Boringerne R1-R5 er udført for at kunne vurdere, hvor det er mest optimalt at etablere et regnvandsbassin. I boringerne er der overvejende truffet moræneler og i boring R3 og R4 er fra 4 meters dybde truffet sand, hvori der er registreret vandtryk.

Eftersom der truffet vandtryk i de nedre sandlag i boring R3 og R4, skal det undersøges, om der er risiko for bundbrud i både permanent og midlertidig tilstand. Dette kan medfører meromkostninger til f.eks. ballastering, dræning og lign.

Der vurderes umiddelbart ikke bundbrudsproblemer ved boring R1, R2 og R5.

Det vurderes generelt at det trufne sandet ler og moræneler har en permeabilitetskoefficient i størrelsesordenen  $k = 10^{-6}$  m/s, hvilket må betegnes som lavpermeabelt. Hvor der træffes leraflejringer, vurderes disse at kunne danne bund og sider i bassinet, men såfremt der er krav til tætheden, bør permeabilitet verificeres ved infiltrationsforsøg.

Det vurderes dog, at der kan være behov for yderligere tætning, eftersom der er tale om moræneaflejringer, hvor der kan træffes regelløse sandlommer, -striber, -lag m.m. Tætning kan ske med eksempelvis ler-, bentonit- eller plastmembran.

#### 4.1.4 Parceller

Med jordbundforhold som truffet i boringerne og med moderate belastninger, kan der overvejende forventes gennemført en direkte fundering og stedvist være behov for ekstra fundering i form af en sandpudefundering.

Det trufne fede ler giver anledning til, at der skal tages hensyn til problemer forbundet med fundering på fedt ler. Hensynet kan indebære tiltag som forøget fundamentsdybde, restriktioner vedr. beplantning, udformning samt armering af fundamentene m.v. Der henvises til DS/EN 1997-1 samt SBI-anvisning 231 for mere detaljerede anvisninger ligesom det skal undersøges nærmere for det konkrete projekt.

For de enkelte parceller vil der foreligge en forkortet udgave af en geoteknisk rapport, hvor funderingsniveau samt betydende udførelsesmæssige forhold fremhæves.

## 4.2 Nedsivning

Geologien i området under fyld og vækstlaget er generelt moræneler som fremstår ret fedt.

Der er ikke udført nedsivningstests, hvorfor nedsivningsevnen udelukkende er vurderet ud fra kendskab til bundforholdene samt erfaringsværdier for den hydrauliske ledningsevne for forskellige jordarter.

Moræneler kan have stærkt vekslende nedsivningspotentiale, men vurderes overvejende at have "moderat dårlig" til "dårlig" nedsivningsevne.

Nedsivningsevnen kategoriseres iht. Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Kategorisering af nedsivningsevne

	Hydraulisk ledningsevne (m/s)
God	$> 1,0 \cdot 10^{-5}$
Moderat godt	$5,0 \cdot 10^{-6} - 1,0 \cdot 10^{-5}$
Moderat dårlig	$1,0 \cdot 10^{-6} - 5,0 \cdot 10^{-6}$
Dårlig	$< 1,0 \cdot 10^{-6}$

På baggrund heraf vurderes området begrænset egnet for nedsivning, idet nedsivning vil kræve forholdsvis store volumener.

### 4.3 Projektering

Med de trufne jordbundsforhold kan projektet placeres i geoteknisk kategori 2, jf. EC 7, del 1, afsnit 2.1 og DK-Anneks K.

Projektering af geotekniske konstruktioner skal ske iht. Eurocode 7 DS/EN 1997-1:2007 samt DK:NA 2015.

Jævnfør DS/EN 1997-1, Afsnit 2.8 skal der udarbejdes en projekteringsrapport, med bl.a. forudsætninger, anvendte parametre og geotekniske beregninger, hvortil denne rapport er et Bilag.

Det vurderes, at projektet er henført til projektering i CC2.

Gældende krav for lægning af ledninger i jord skal overholdes.

#### 4.3.1 Designgrundlag

For dimensionering af vejopbygning og udgravning til ledninger kan der generelt anvendes styrke- og deformationsparametrene som angivet i Tabel 4.3.

Fastsættelse af designparametre er dels fremkommet ved tolkning af direkte målinger og dels ud fra erfaringsregler.

Tabel 4.3: Styrke- og deformationsparametre for de enkelte jordlag.

Jordlag	$\gamma/\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Drænet		Udrænet	E-modul
		$\phi'_{k,pl}$ <sup>*)</sup> (°)	$c'_{k}$ <sup>*)</sup> (kN/m <sup>2</sup> )	$c_{u,k}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$E_{oed}$ <sup>*)</sup> (MPa)
Sand, Sm/Sg	17/10	34-35	-	-	30
Ler, Sm/Sg	20/10	25	4-15	40-150	5-15
Moræneler, Gl/Gc	20/11	30	3-20	30-200	5-20

\*) Værdierne er skønnet.

Såfremt råjordsplanum forventes udnyttet til større bundmodul end anført i Tabel 4.3, foreslås der udført pladebelastningsforsøg til dokumentation heraf.

Der henvises til boreprofilerne for mere detaljerede parametre.

Til opfyldning af graverender eller lignende anbefales, at anvende velkomprimeret sandfyld. Der kan for velkomprimeret sandfyld almindeligvis anvendes karakteristisk plan friktionsvinkel på minimum  $\phi'_{k,pl}=37^\circ$  samt en rumvægt på  $\gamma/\gamma'$  på 18/10 kN/m<sup>3</sup>. Dette er leverandørafhængigt.

## 4.4 Miljøforhold

Ifølge tilgængeligt kortmateriale er byggefeltet ikke kortlagt og/eller områdeklassificeret og er derfor ikke omfattet af jordflytningsbekendtgørelsen.

Det anbefales at få ovenstående verificeret, før arbejdets igangsætning. Ligeledes anbefales det, inden anlægsfasens påbegyndelse, at få klarlagt om modtageren af jorden vil stille krav til miljøprøver.

Der er ikke i forbindelse med prøvebedømmelsen konstateret tegn på forurening, men det skal understreges, at denne undersøgelse ikke har haft til formål at undersøge forureningsforholdene.

## 5 Udførelse

### 5.1 Tørholdelsesforanstaltninger

Med de trufne jordbunds- og grundvandsforhold forventes der varierende forhold i forbindelse med udgravninger.

Udgravninger der sker i eller umiddelbart over lavpermeable aflejringer, kan sekundære vandspejl og tilstrømmende vand efter al sandsynlighed bortledes vha. en direkte lænsning i bunden af udgravningen. Dette kan med fordel foretages i et udlagt rallag i bunden af udgravningen for at undgå opblødning af de lerede aflejringer.

Ved udgravninger i sandaflejringer og under vandspejl, kan en grundvandssænkning tilvejebringes ved hjælp af et sugespidsanlæg tilsluttet vakuumanlæg.

I flere af borerne fremstår der et højstående vandtryk i nedre sandlag, hvorfor der af hensyn til risikoen for bundbrud, skal foretages en trykaflastning i sandaflejringerne inden udgravningerne påbegyndes. Dette vurderes, at kan



tilvejebringes ved etablering af sugespidsler tilsluttet vakuumanlæg. Det anbefales, at der etableres kontrolpejlerør til pejling af trykniveauet forud for udgravningerne, for at vurdere behovet/omfanget af trykaflastningen.

## 5.2 Udgravningsforhold

Ved kortvarige udgravninger (1/2-1 måned) over vandspejl og uden belastning vurderes det, at skråningsanlæg kan stå stejlt (anlæg <0,7), i fastlejret friktionsjord og ret faste kohæsive aflejringer, så længe kravene iht. arbejdsmiljølovgivningen er overholdt. Der henvises i øvrigt til SBI 231, afsnit 8.1.

Ved længerevarende udgravninger over vandspejl, vurderes det, at ubelastede skrånninger er stabile med minimum:

- Anlæg 1,0 for midlertidig skrånning i kohæsionsjord
- Anlæg 1,5 for midlertidige skrånninger i friktionsjord

Ved skrånninger under vandspejl, belastede eller permanente skrånninger, skal udgravningsanlæg projekteres således, at der er sikkerhed mod brud iht. Eurocode 7: Geoteknik (DS/EN 1997-1:2007).

Ved udgravning/fundering i nærheden af fremtidige konstruktioner og lign., skal bæreevnen samt stabiliteten af de fremtidige konstruktioner sikres i såvel anlægsperioden som i den permanente tilstand.

## 5.3 Tilfyldning

Hvor der fremover skal være vej/belægninger skal bundsikringslag samt stabilt grus leveres og indbygges i henhold til Vejdirektoratets krav for vejmaterialer.

### 5.3.1 Genindbygning

Trufne muld og muldholdige materialer kan ikke genanvendes i befæstede arealer, hvor der stilles krav til komprimering.

De trufne intakte leraflejringer vurderes at have et naturligt vandindhold, der ligger over det optimale for indbygning, hvorfor det vurderes, at disse aflejringer kun er betinget egnede som genindbygning. For at kunne genindbygge mest muligt af de opgravede materialer, kan jorden med fordel udtørres og indbygges i en tør periode. Alternativt genindbygges materialerne som en "sandwich" opbygning med skiftevis udlægning af ler og sand.

Der må ikke indbygges frosne materialer eller tilfyldes på frossen jord.

## 5.4 Komprimering

Under fremtidige belægninger anbefales det at anvende komprimeringskrav som angivet i Tabel 5.1. Det forudsættes, at materialets densitet måles med isotopsonde, og referenceværdi bestemmes ved laboratorieforsøg efter standardiserede metoder, Standard Proctor (SP) eller Vibrationsindstampning (VIB).

Tabel 5.1: Komprimeringskrav

Komprimeringskrav		Isotopmåling <sup>*)</sup>	
		Standard Proctor (SP)	Vibrationsindstampning (VIP)
Råjord >2 m under færdig vejoverflade	Ler	>92 %	-
	Sand	>95 %	> 92 %
Råjord <2 m under færdig vejoverflade	Ler	>96 %	-
	Sand	>98 %	>95 %
Bundsikringslag (BL)		>98 %	>95 %
Stabilt grus (SG)		-	>95 %

\*) Mindste værdier må maksimalt være 3% mindre end de angivne værdier

## 5.5 Naboforhold

Grundvandssænkning, komprimering, spunsning m.v. kan indebære en vis risiko for beskadigelse af nærliggende bygninger og anlæg. Dette kan forstærkes af dårlig/mangelfuld fundering af nabobygninger. Anlægsarbejdet skal derfor mindst 14 dage før arbejdets opstart varsles iht. Byggelovens § 12.

Det anbefales derfor, at der foretages en besigtigelse, evt. suppleret med en fotoregistrering, for at klarlægge nærliggende konstruktioners tilstand og funderingsforhold, hvorved der kan foretages de nødvendige foranstaltninger.

## 5.6 Tilsyn, kontrol og overvågning

Jævnfør DS/EN 1997-1, 2.8, (4)P skal projekteringsrapporten indeholde en plan for geoteknisk tilsyn, så det kan eftervises, at de geotekniske forudsætninger er opfyldt. Der skal ligeledes foretages nødvendig overvågning/monitoring og eventuelle kontrolundersøgelser.

Det anbefales, at der for det konkrete projekt foretages følgende:

- Udgravningskontrol efter afrømning af fyld og ikke bæredygtige aflejringer
- Løbende kontrol af trykniveau i nedre sandlag
- Løbende komprimeringskontrol

## 6 Supplerende undersøgelser

Når der foreligger et konkret projekt for hver af parcelhusgrundene, skal omfanget af supplerende undersøgelser vurderes og tilpasses hvert projekt, jf. DS/EN 1997 2+AC:2011 og DS/EN 1997-1 DK NA: 2015, Anneks K2.

## 7 Afsluttende bemærkninger

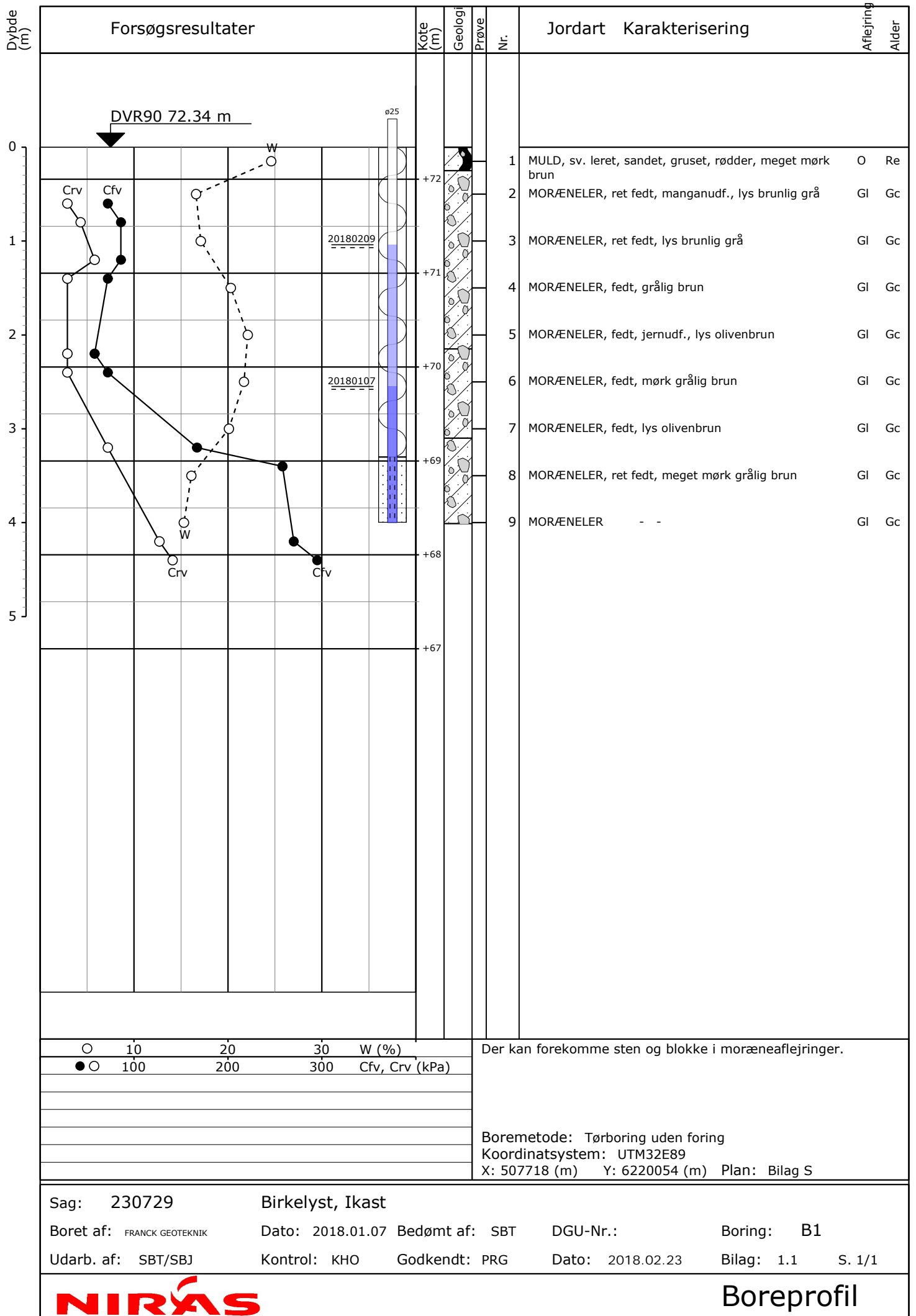
I det omfang det ønskes, står NIRAS selvsagt til rådighed for videre drøftelse af geotekniske/funderingsmæssige spørgsmål i sagen. NIRAS kan f.eks. være behjælpelig med:

- Ansøgning om midlertidig grundvandssænkning
- Supplerende geotekniske undersøgelser for hver parcelhusgrund
- Geotekniske beregninger (afstivninger)
- Geoteknisk udgravningskontrol

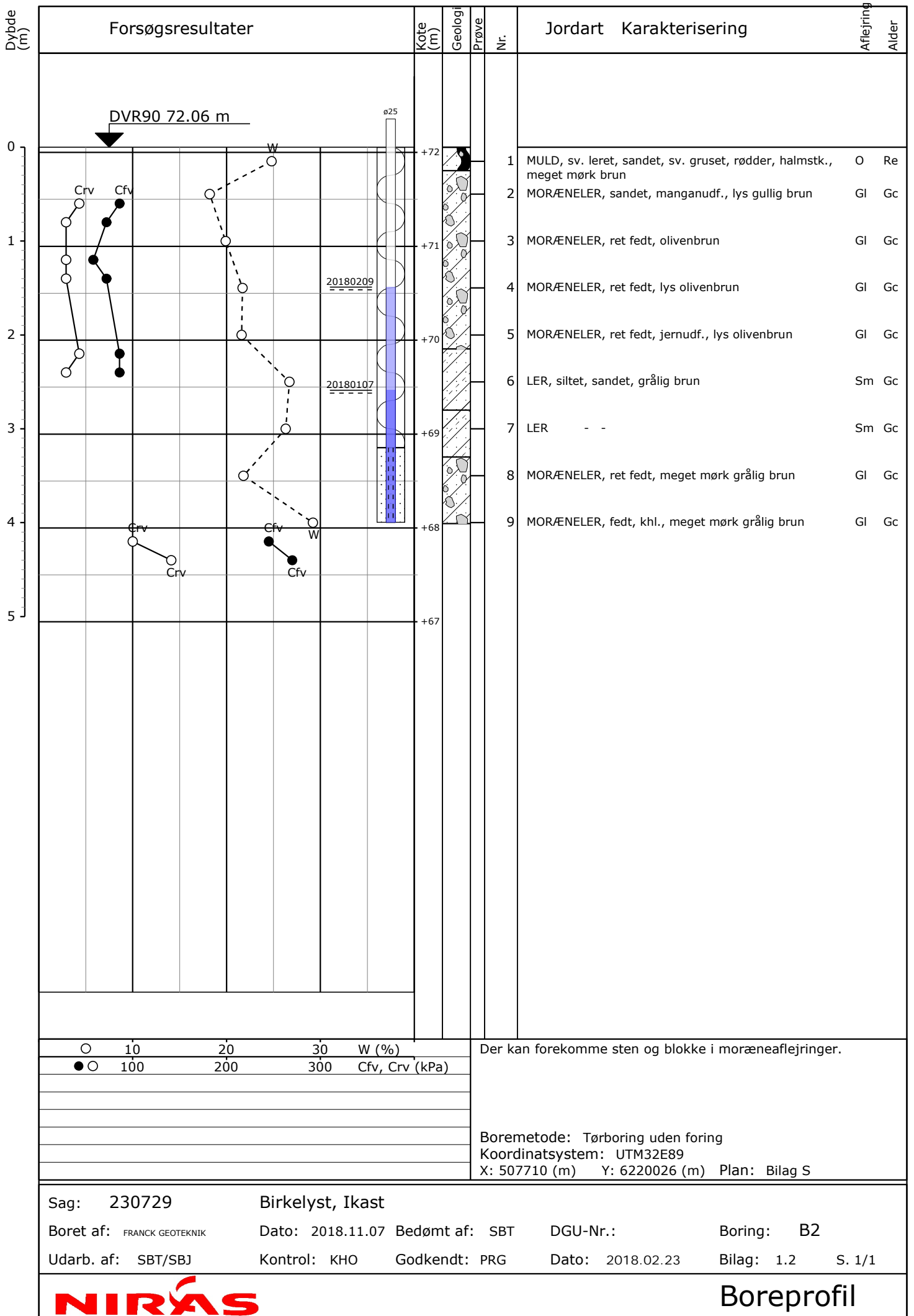
Boreprofiler, B1-B45, R1-R5 og V1-V5

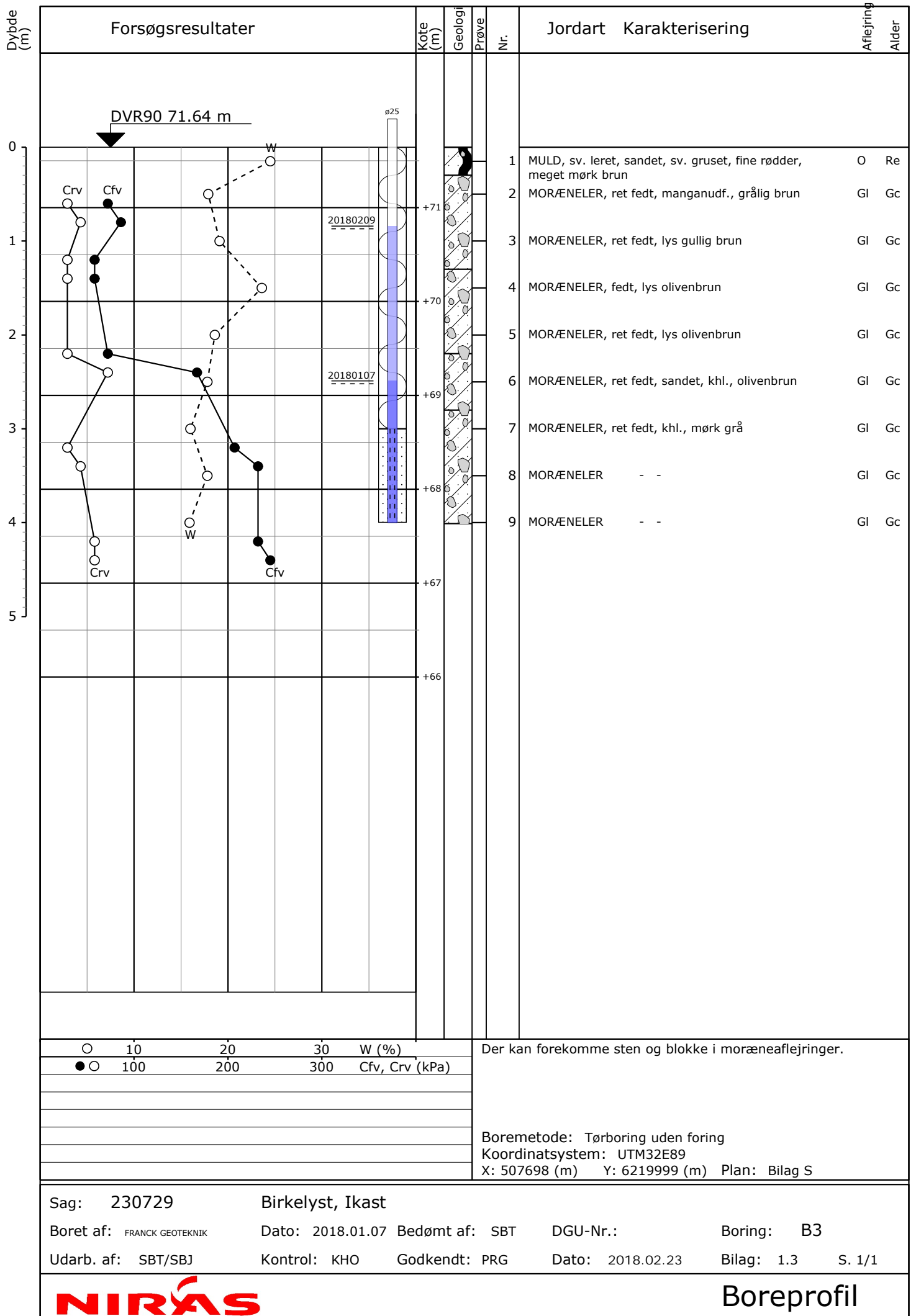
---

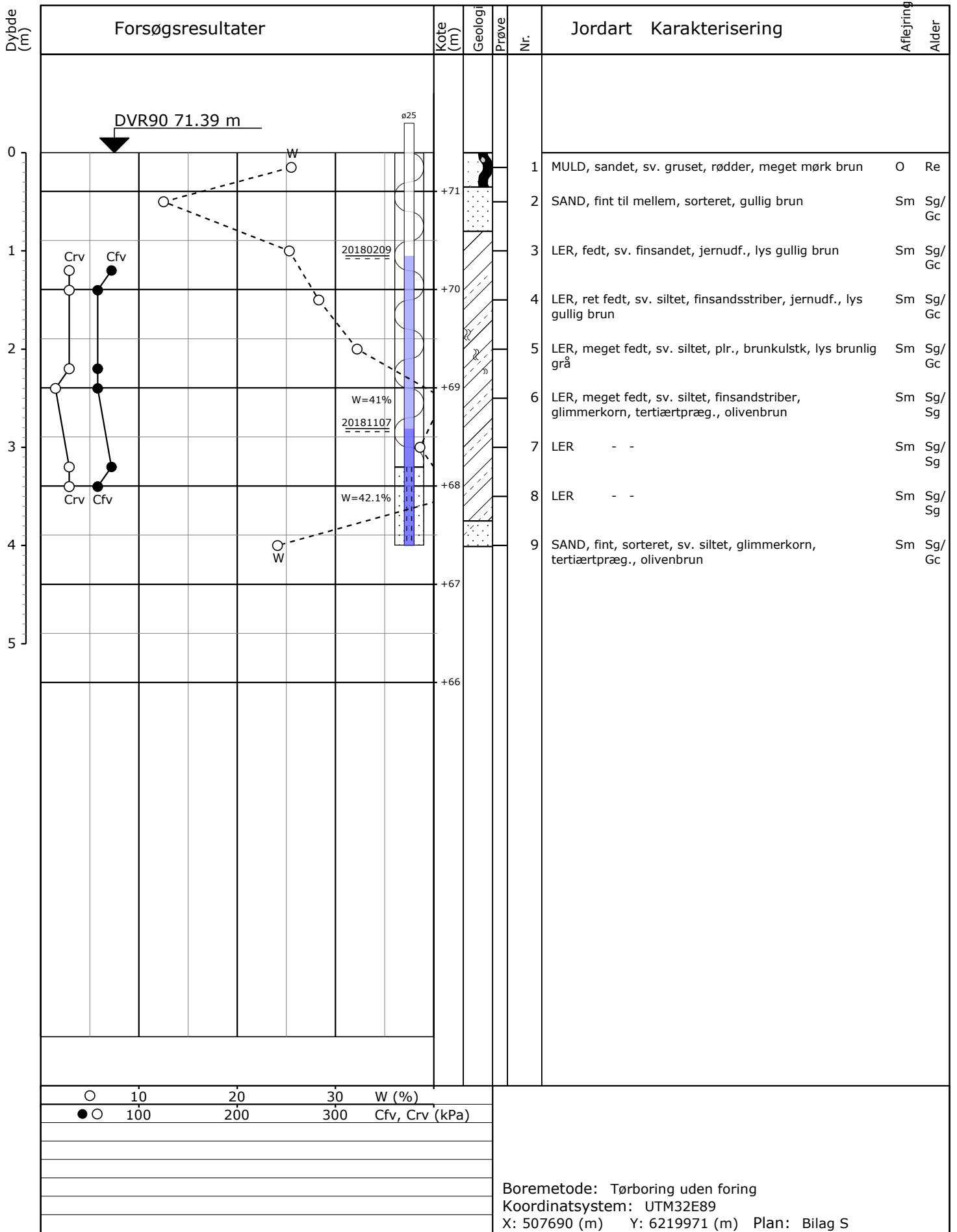
BILAG 1











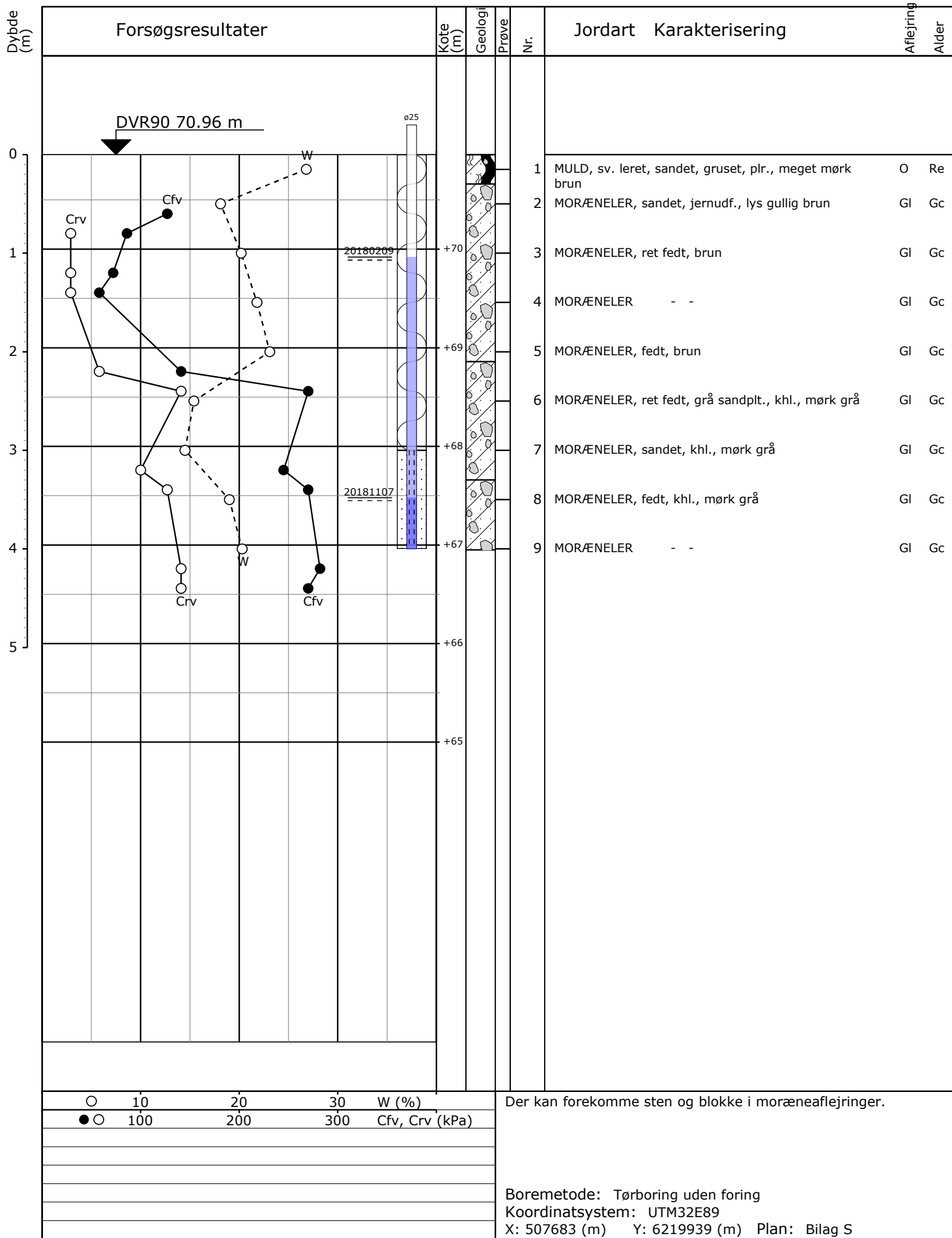
Sag: 230729 Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.07 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B4

Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.4 S. 1/1



# Boreprofil



Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.07 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: B5

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

Godkendt: PRG

Dato: 2018.02.23

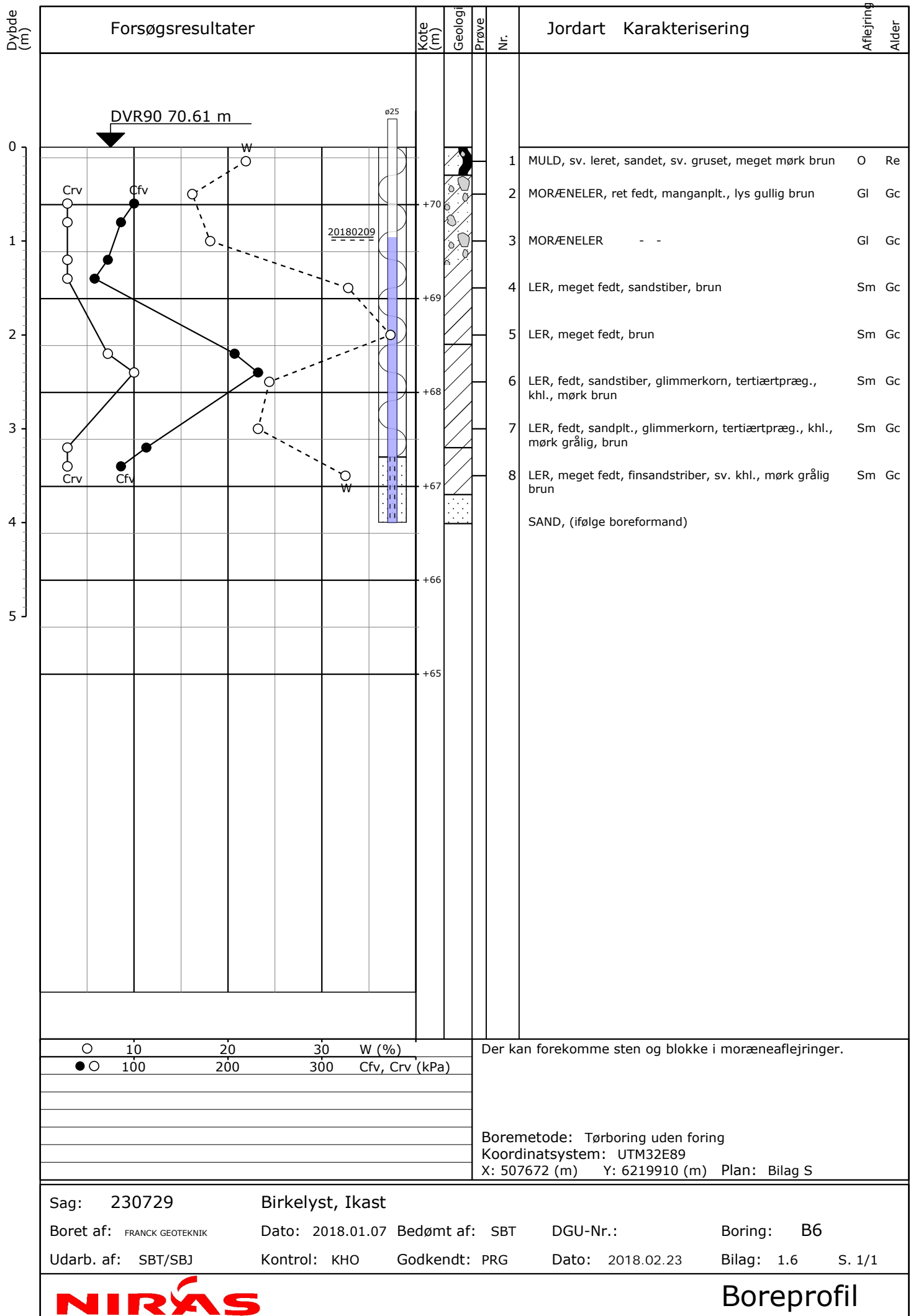
Bilag: 1.5

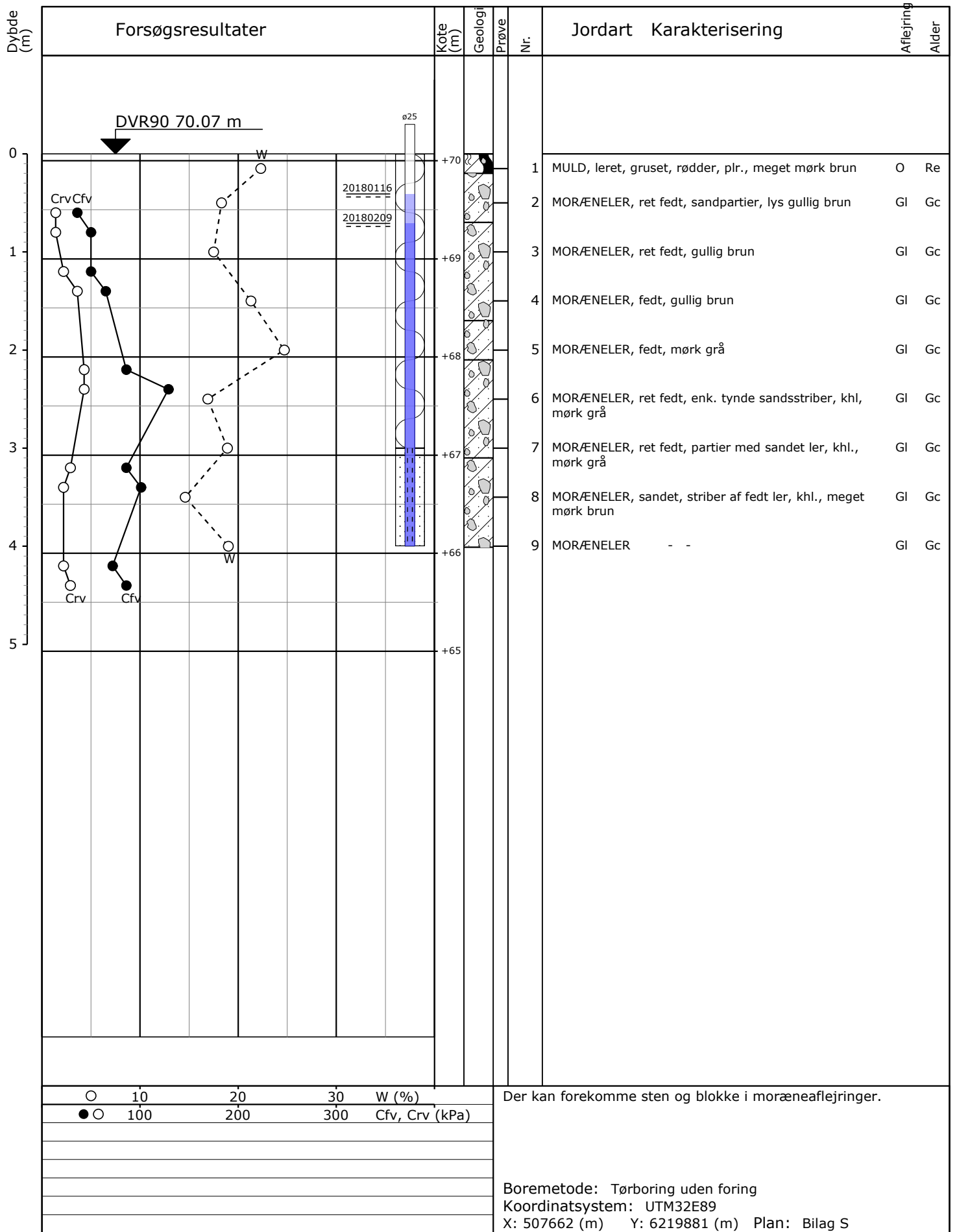
S. 1/1

**NIRAS**

**Boreprofil**



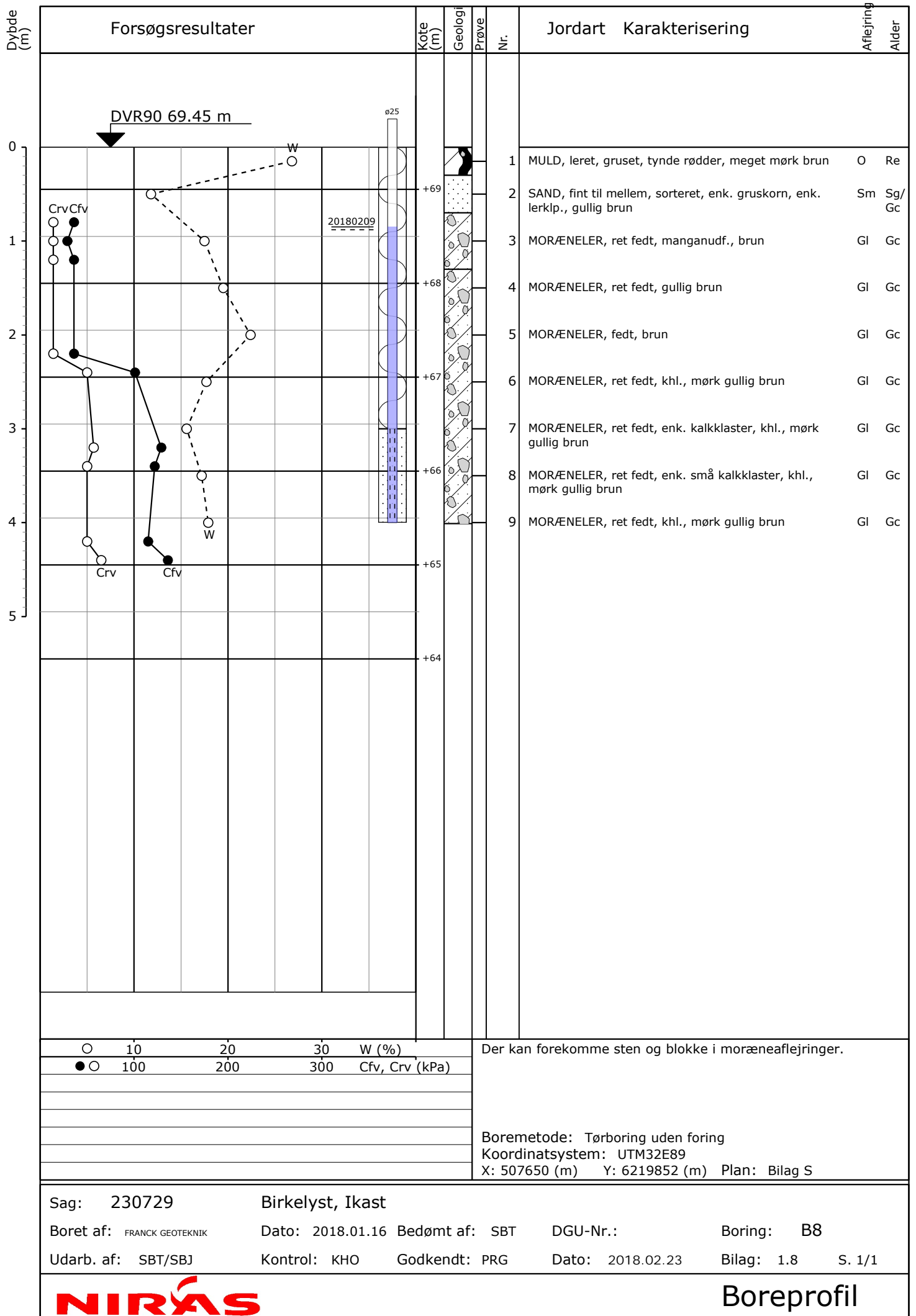


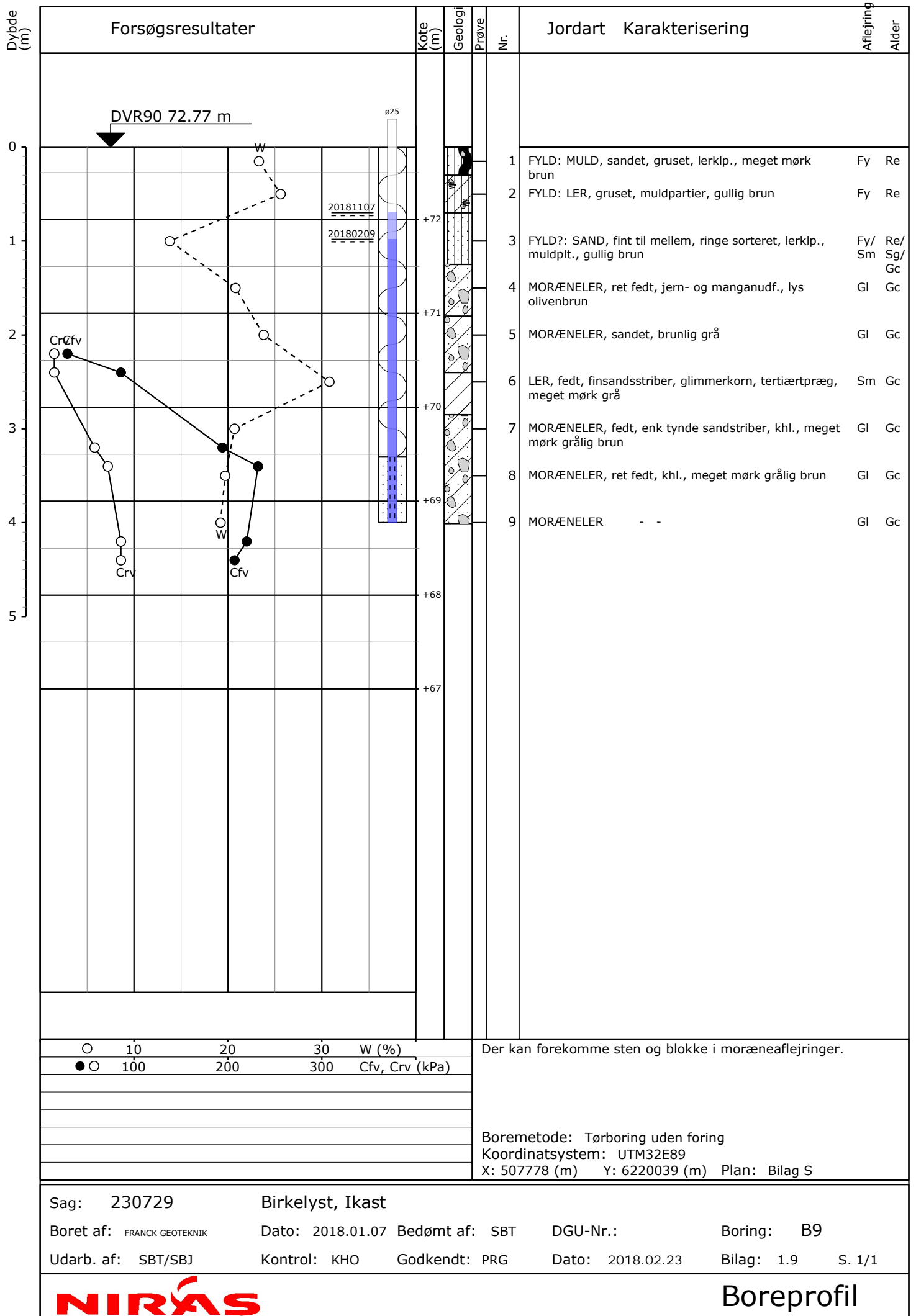


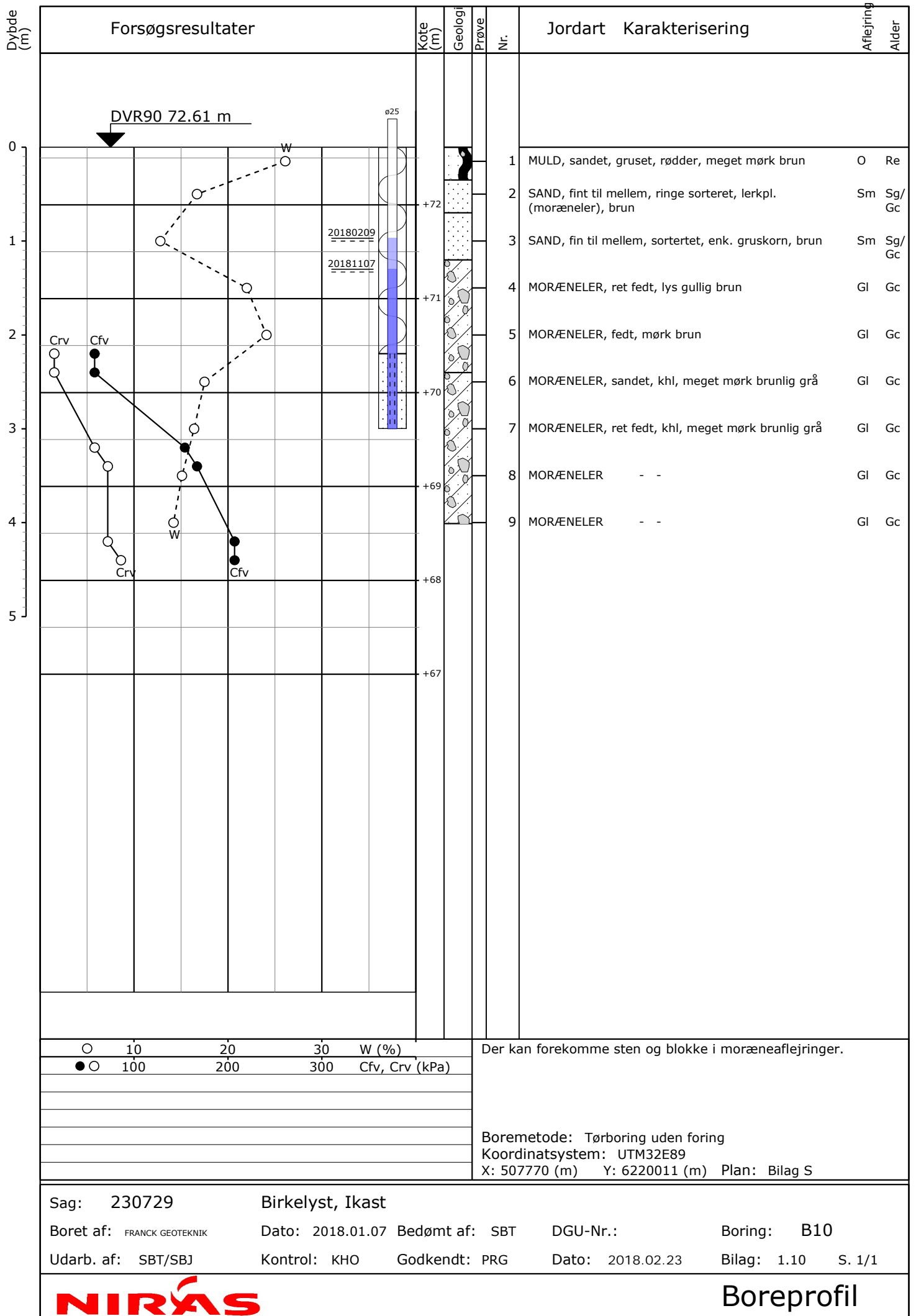
Sag: 230729	Birkelyst, Ikast			
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK	Dato: 2018.01.16	Bedømt af: SBT	DGU-Nr.:	Boring: B7
Udarb. af: SBT/SBJ	Kontrol: KHO	Godkendt: PRG	Dato: 2018.02.23	Bilag: 1.7 S. 1/1

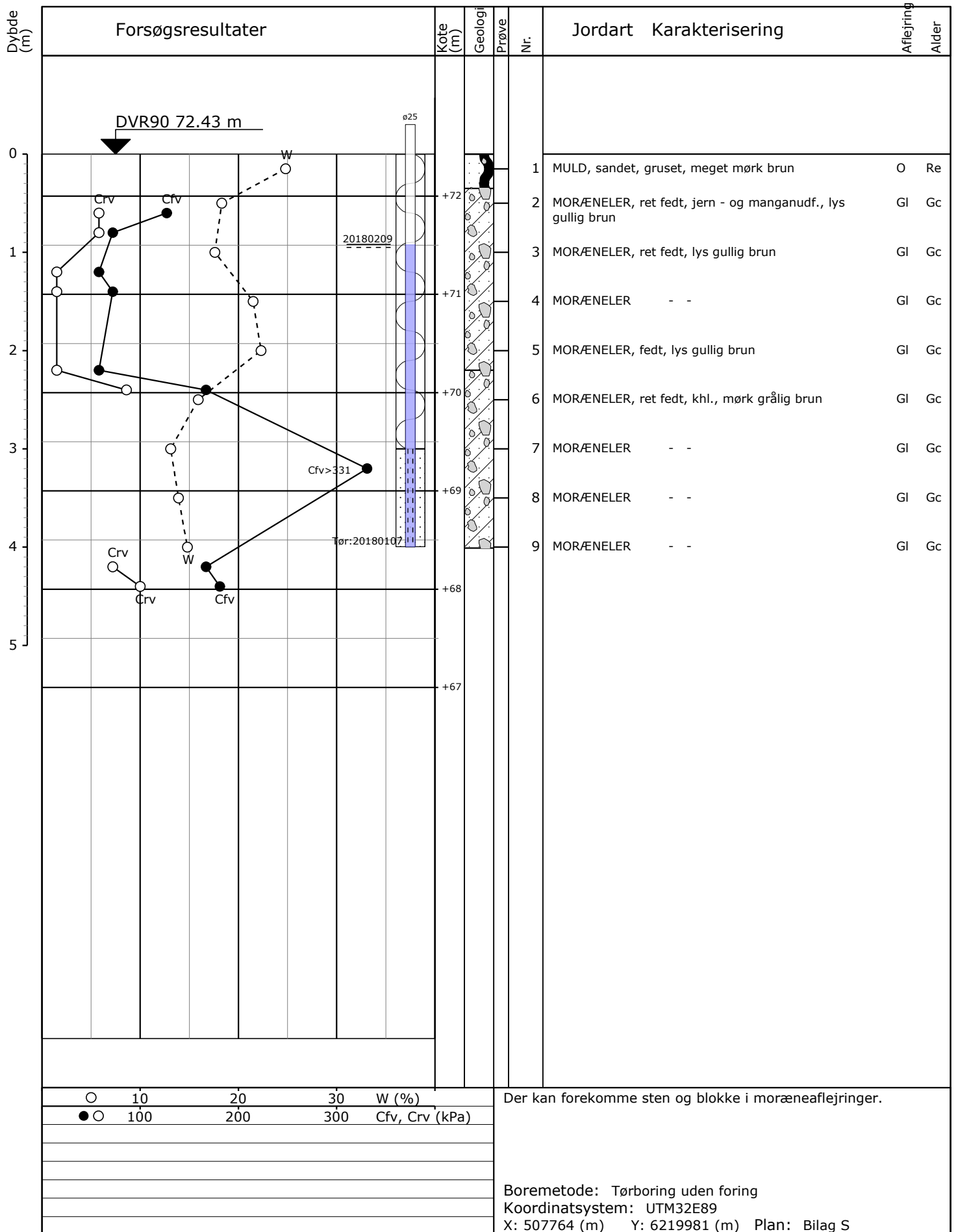


## Boreprofil









Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.07 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: B11

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

Godkendt: PRG

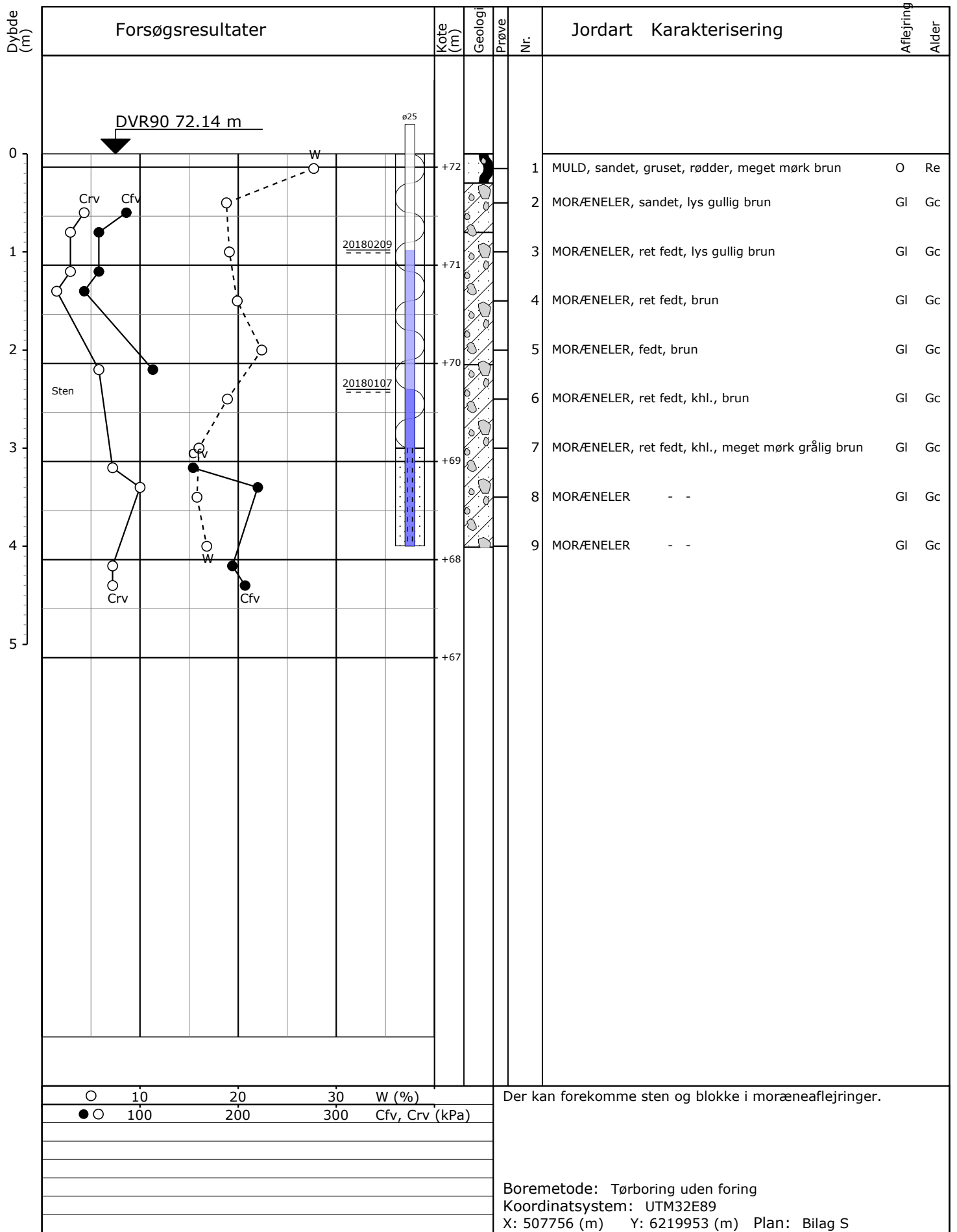
Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.11 S. 1/1

**NIRAS**

**Boreprofil**





Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.07 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: B12

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

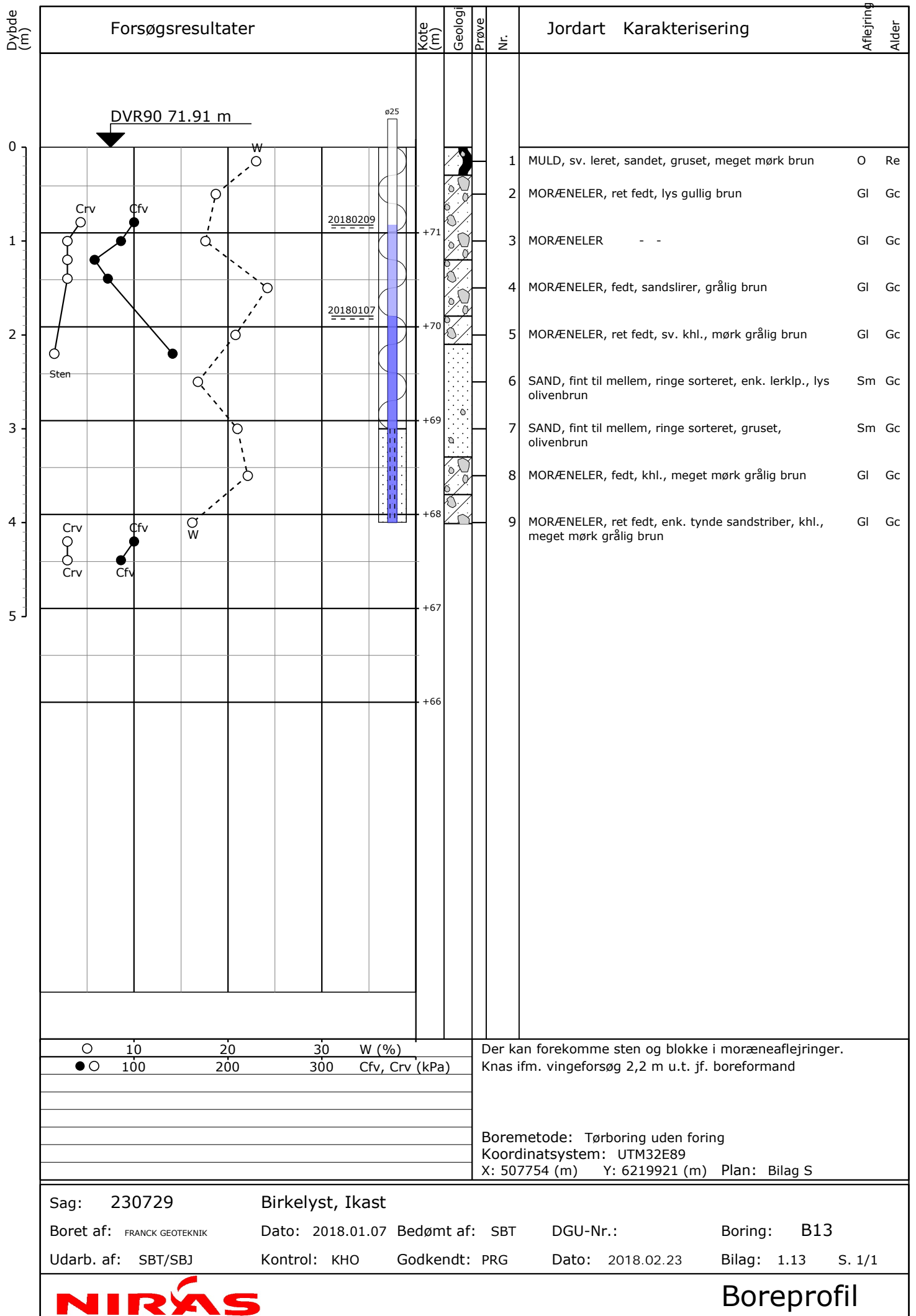
Godkendt: PRG

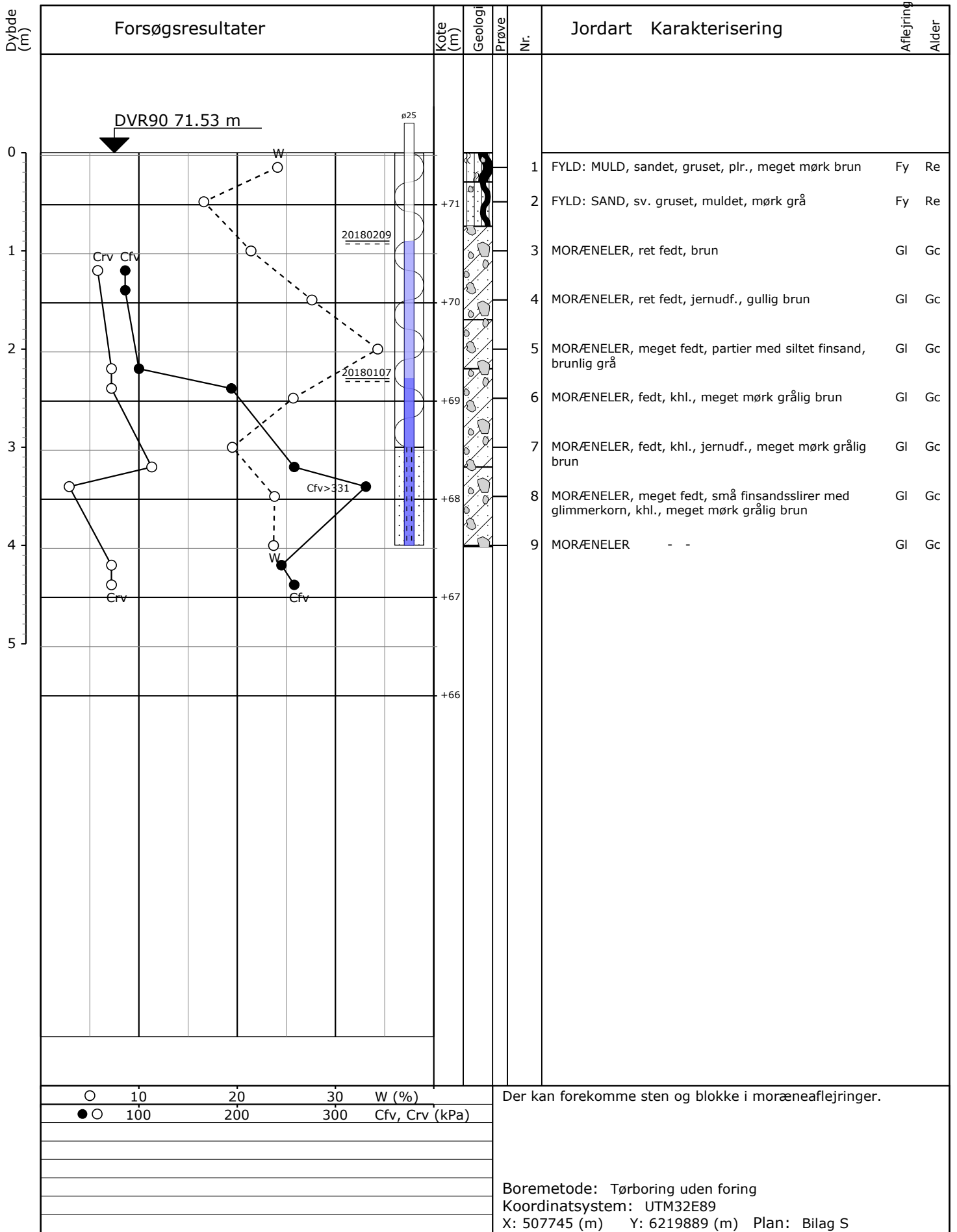
Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.12 S. 1/1



Boreprofil

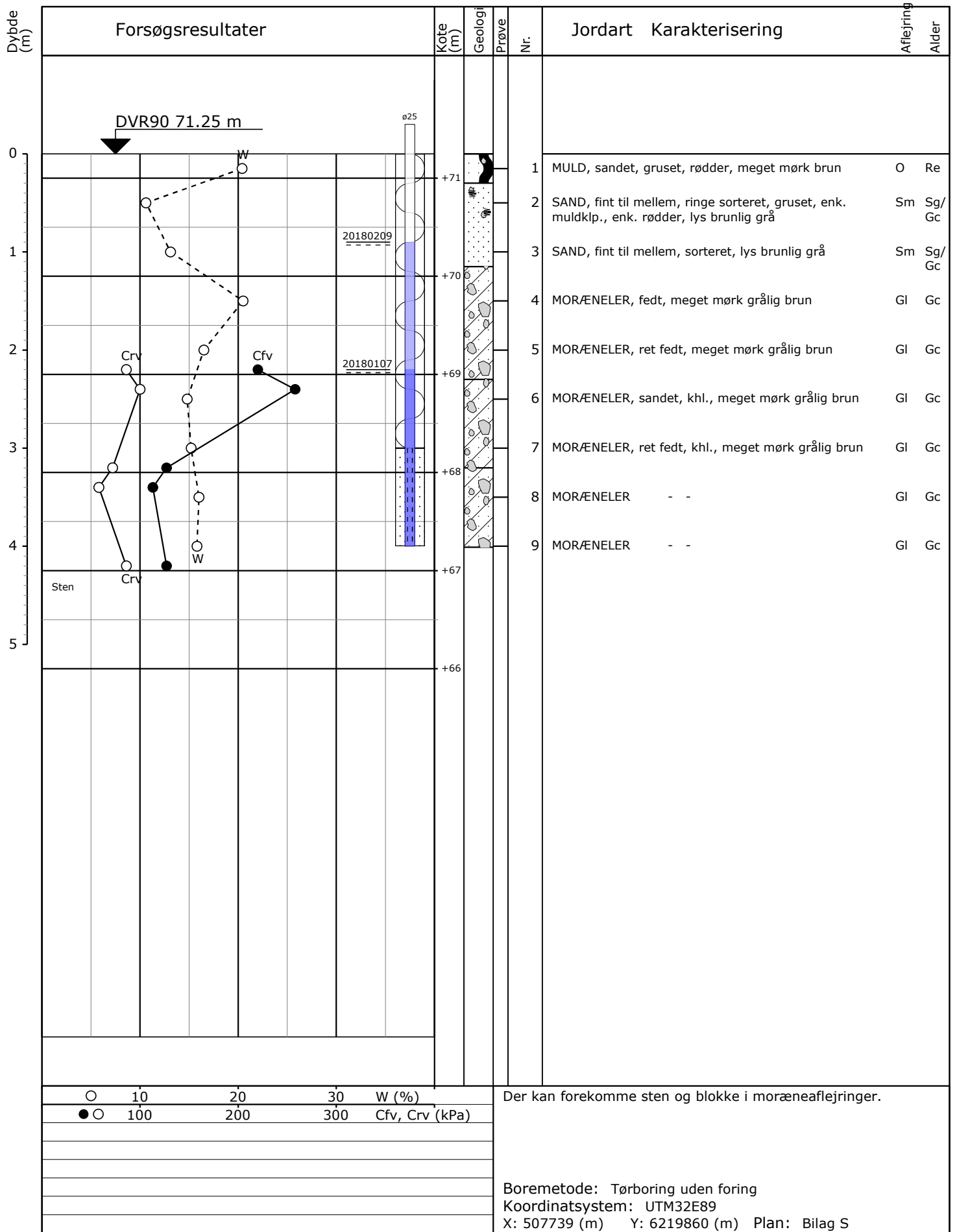




Sag: 230729	Birkelyst, Ikast			
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK	Dato: 2018.01.07	Bedømt af: SBT	DGU-Nr.:	Boring: B14
Udarb. af: SBT/SBJ	Kontrol: KHO	Godkendt: PRG	Dato: 2018.02.23	Bilag: 1.14 S. 1/1



# Boreprofil



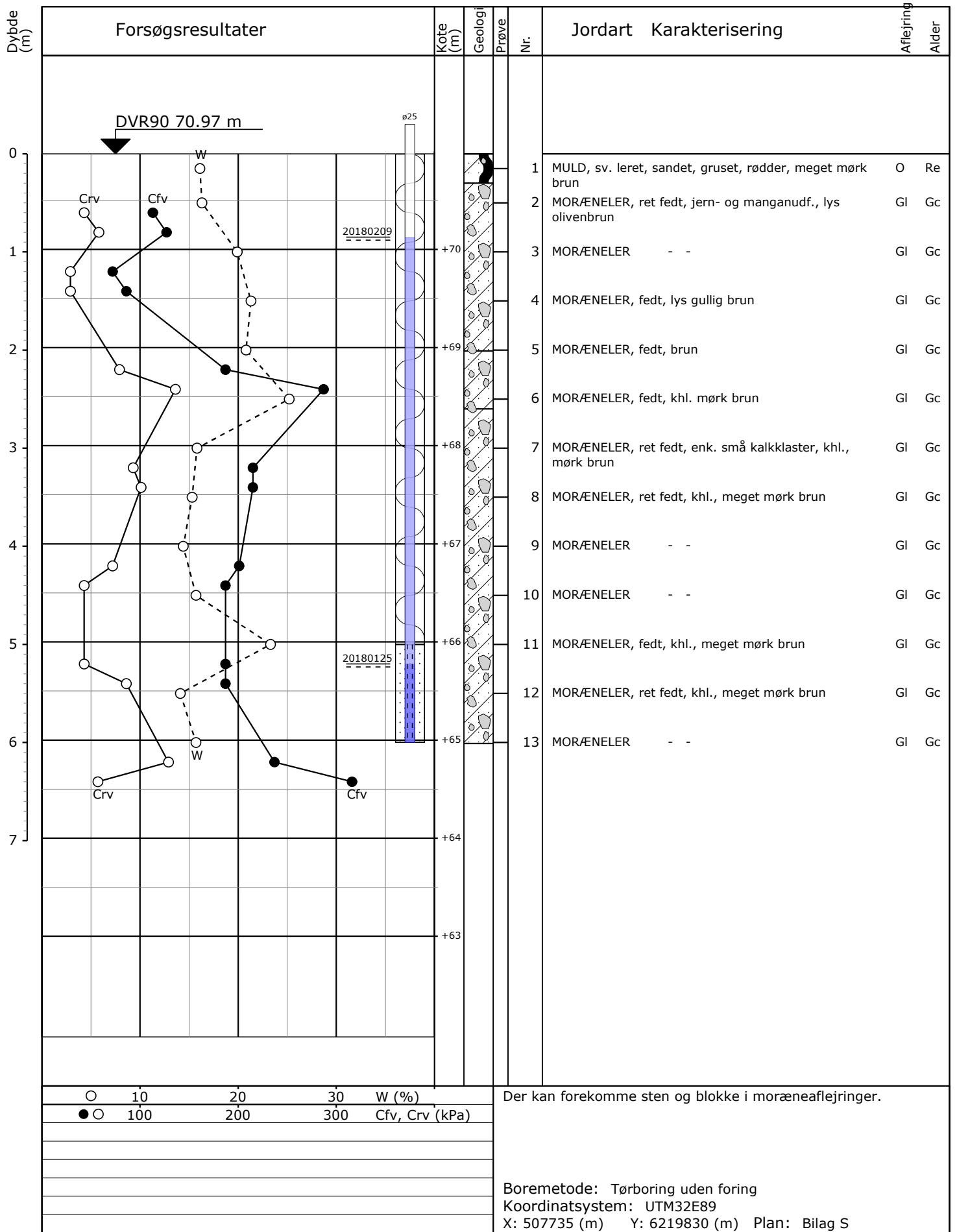
Sag: 230729 Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.07 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B15

Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.15 S. 1/1



Boreprofil



○ 10 20 30 W (%)  
●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

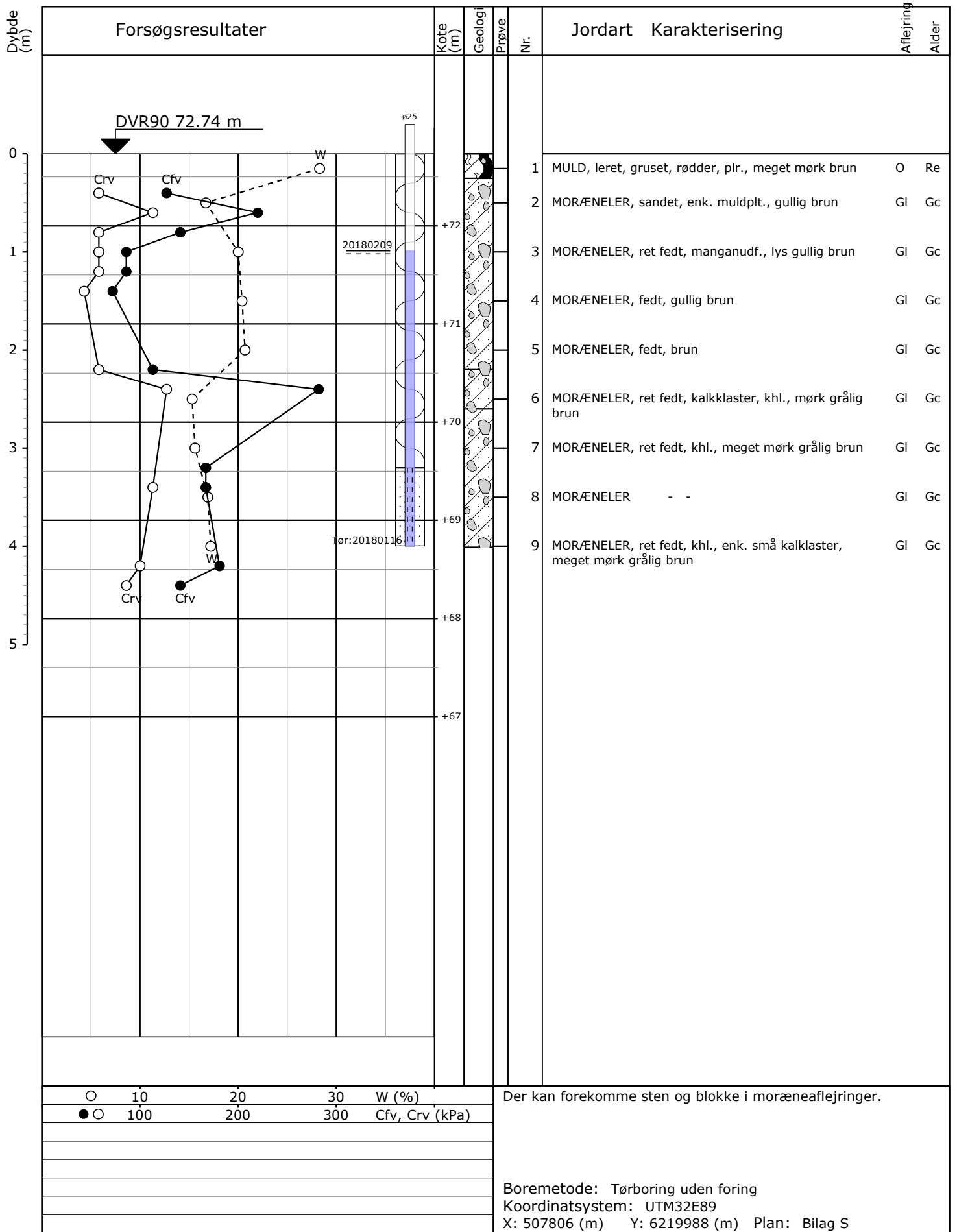
Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer.

Boremetode: Tørboring uden foring  
Koordinatsystem: UTM32E89  
X: 507735 (m) Y: 6219830 (m) Plan: Bilag S

Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.25 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B16  
Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.16 S. 1/1



Boreprofil



Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.16 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: B17

Udarb. af: SBT/SBJ

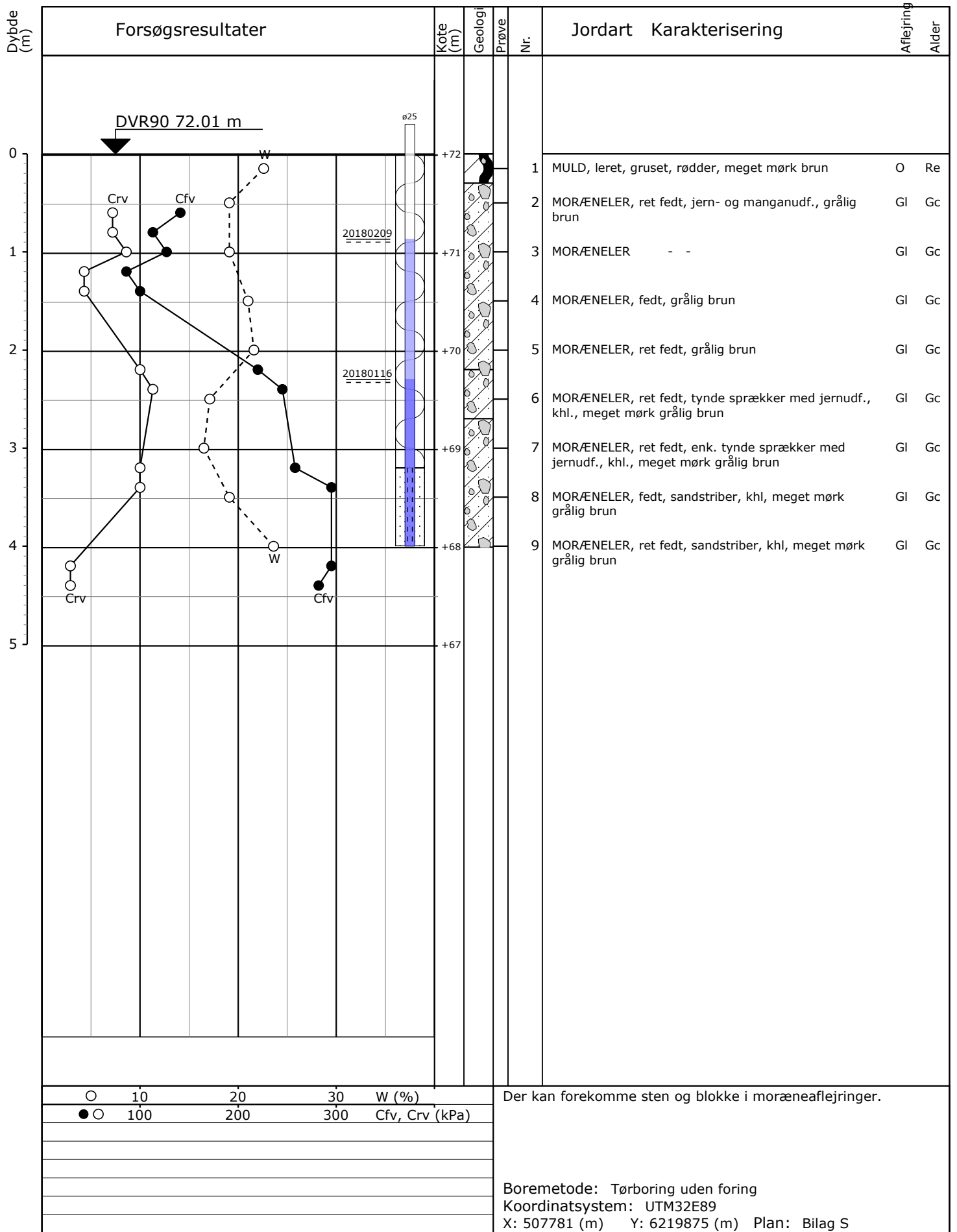
Kontrol: KHO Godkendt: PRG

Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.17 S. 1/1



Boreprofil



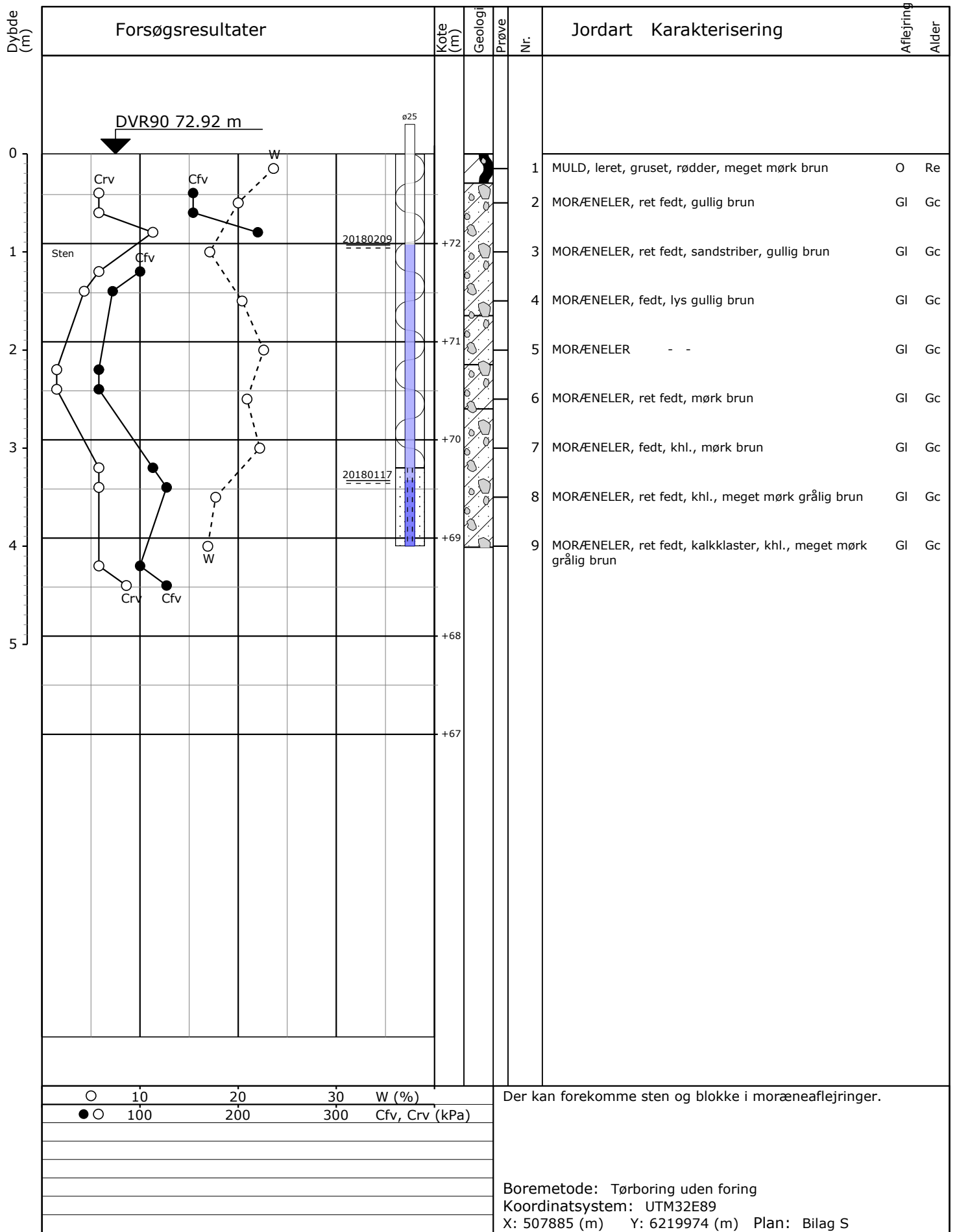
Sag: 230729 Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.16 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B18

Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.18 S. 1/1



Boreprofil



Sag: 230729 Birkelyst, Ikast

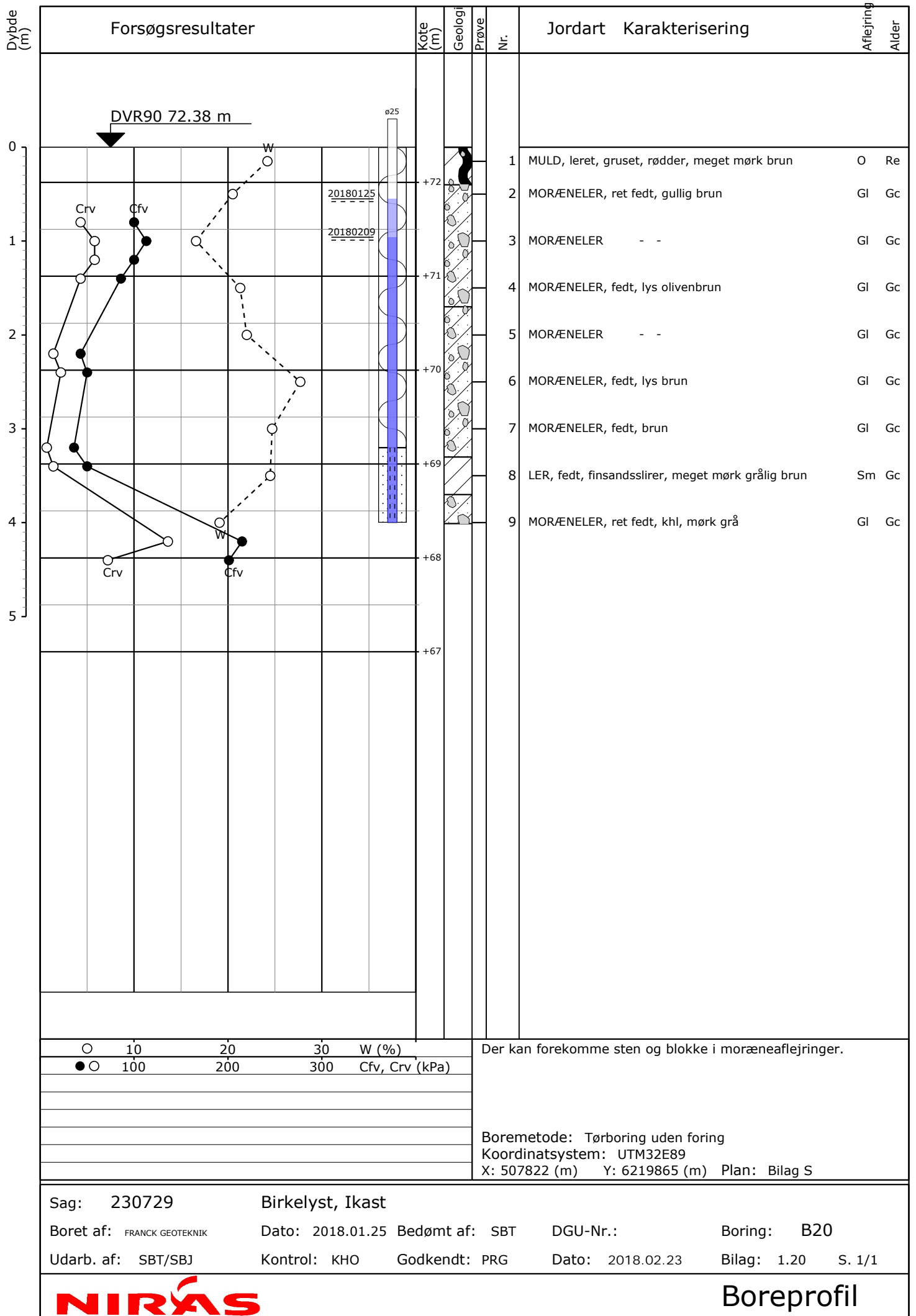
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.17 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B19

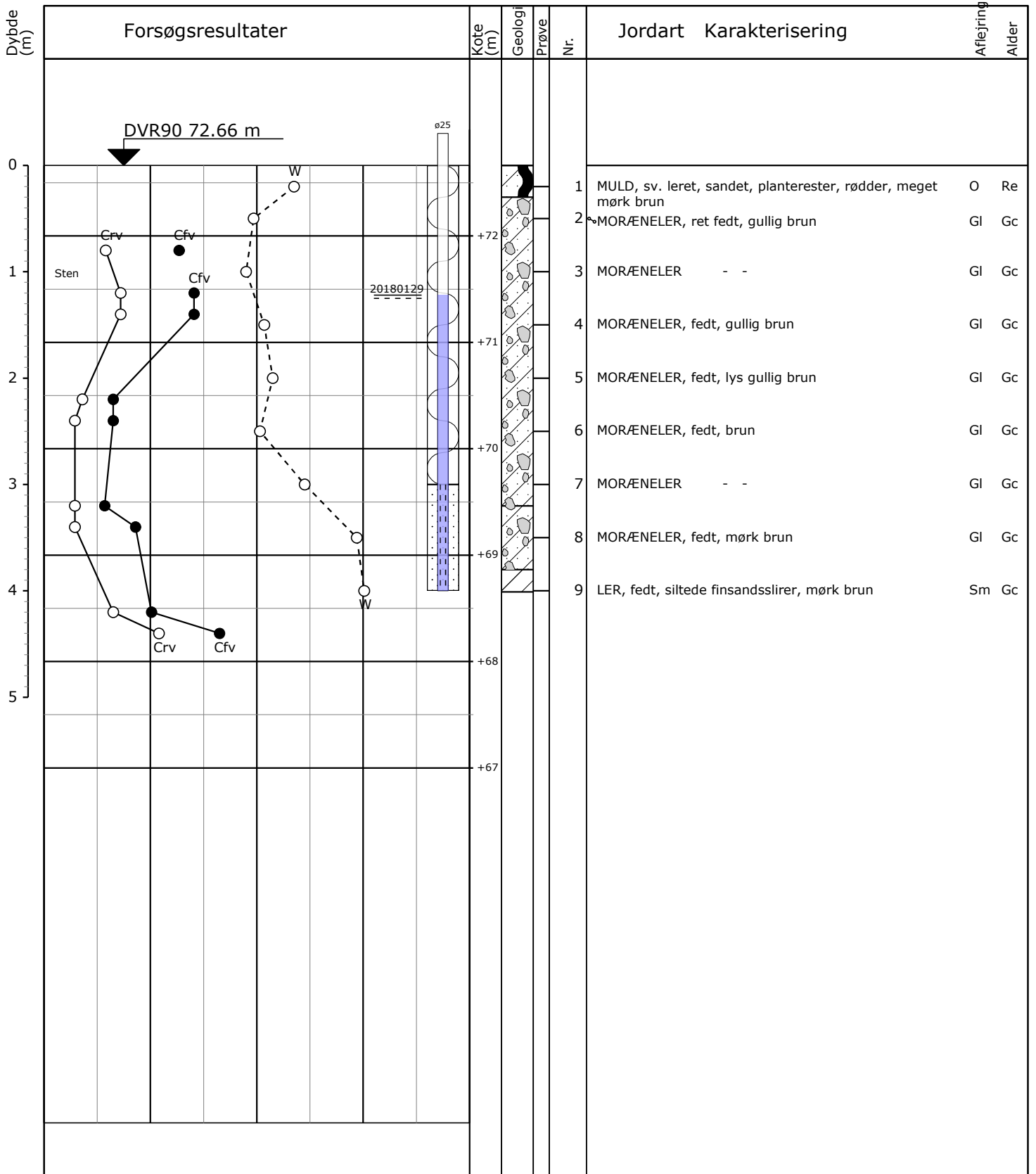
Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.19 S. 1/1



# Boreprofil







○ 10 20 30 W (%)  
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

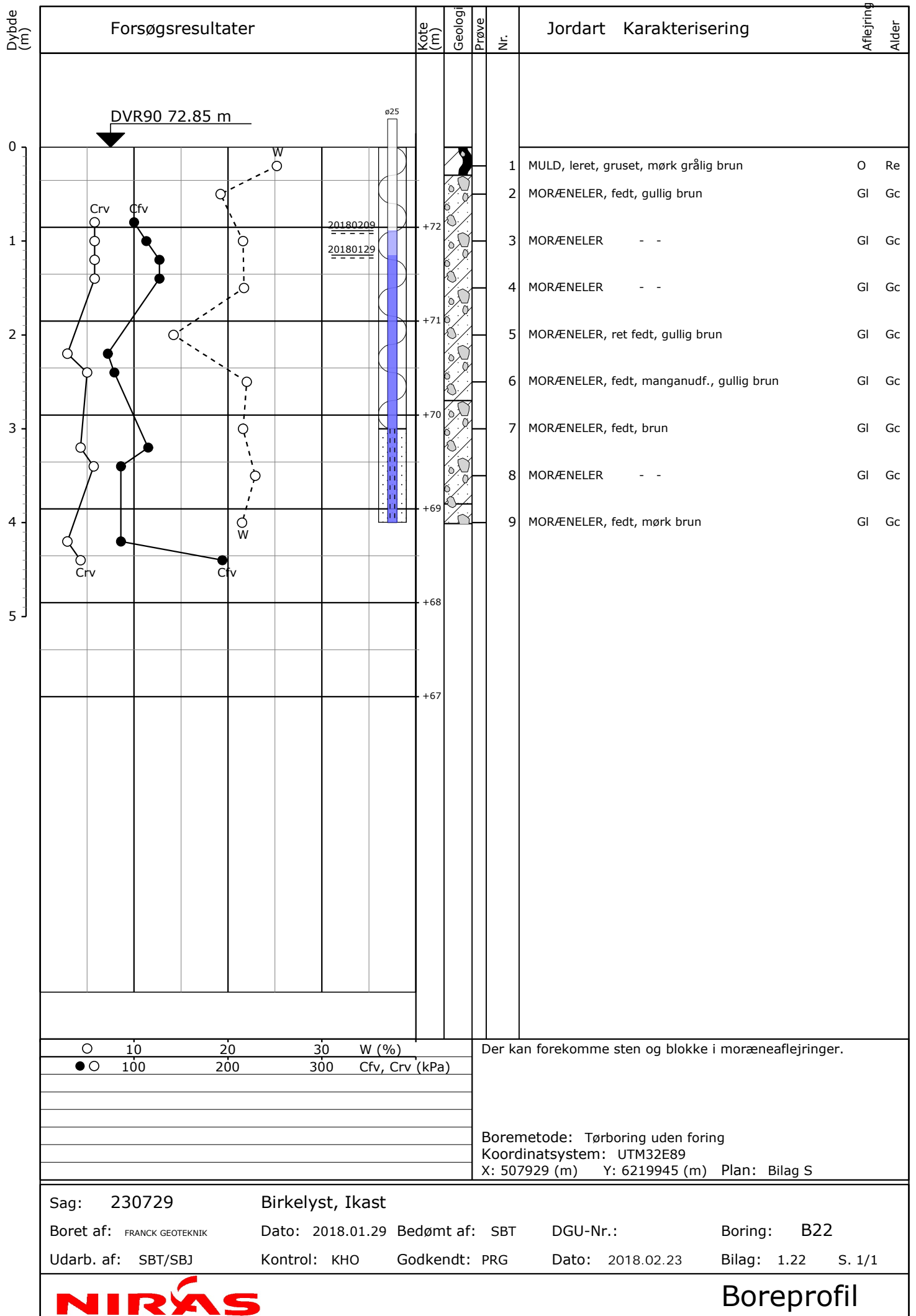
Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer.

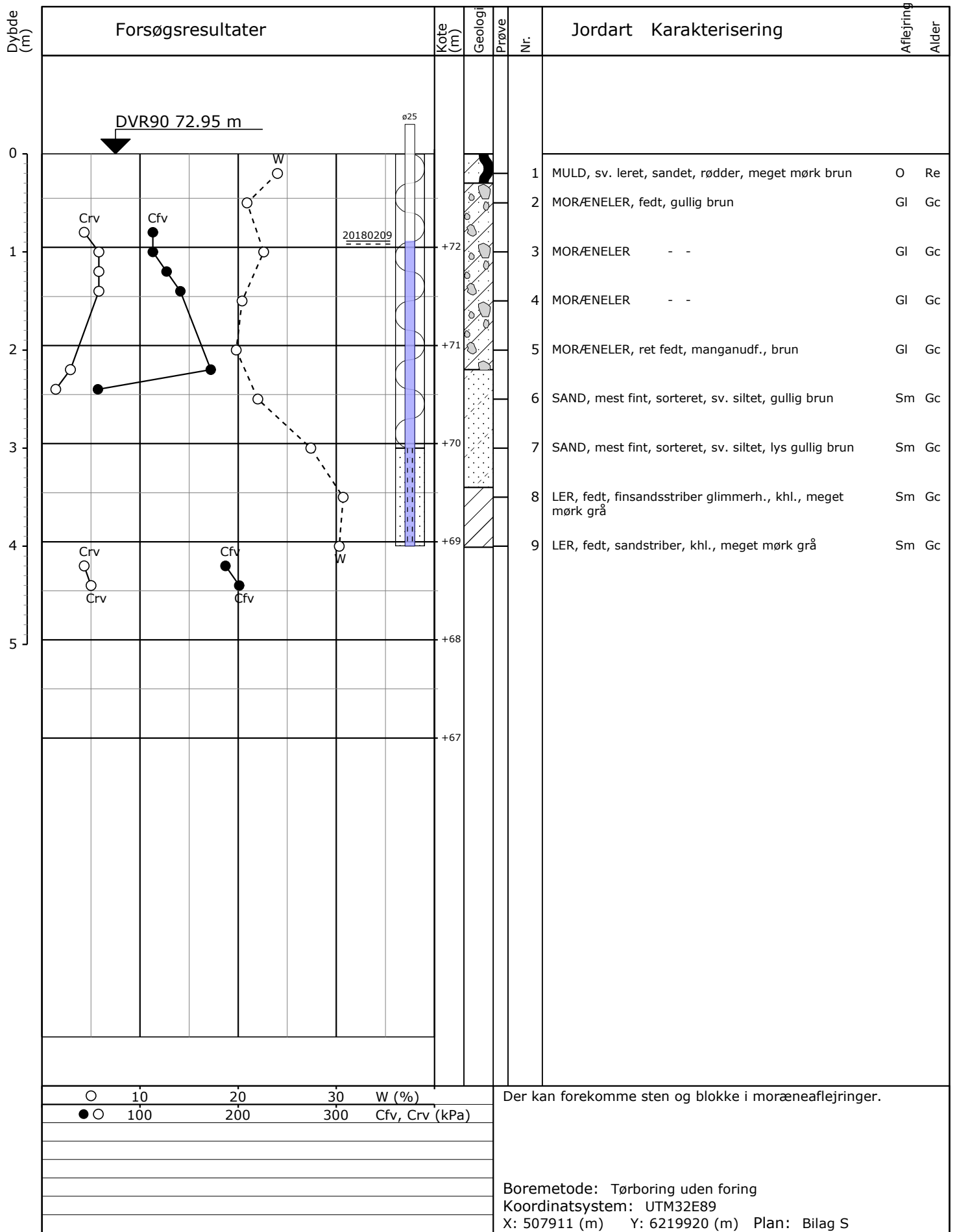
Børemetode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 507942 (m) Y: 6219971 (m) Plan: Bilag S

Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
 Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.29 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B21  
 Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.21 S. 1/1



Boreprofil





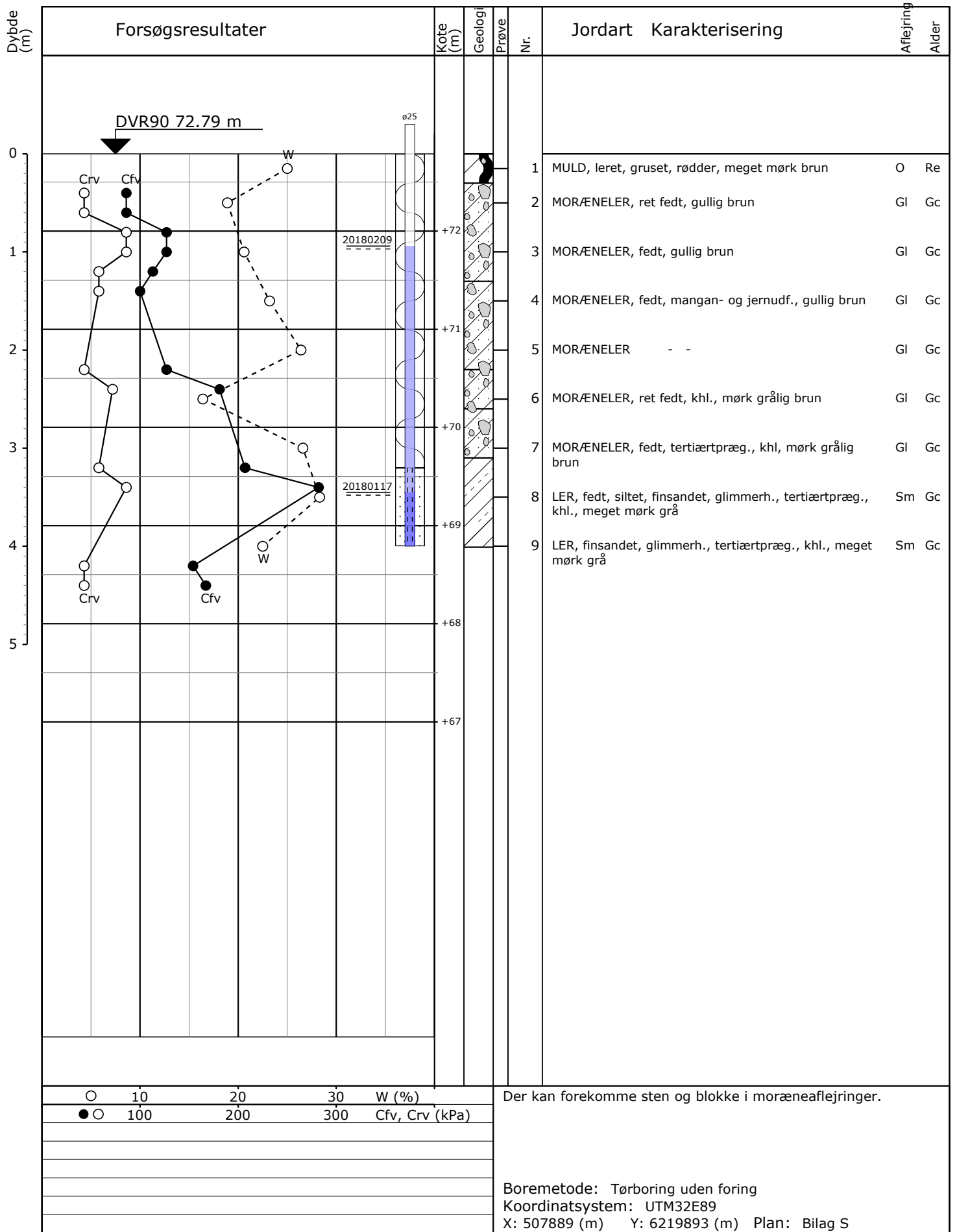
Sag: 230729 Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.29 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B23

Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.23 S. 1/1



## Boreprofil



○ 10 20 30 W (%)  
●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

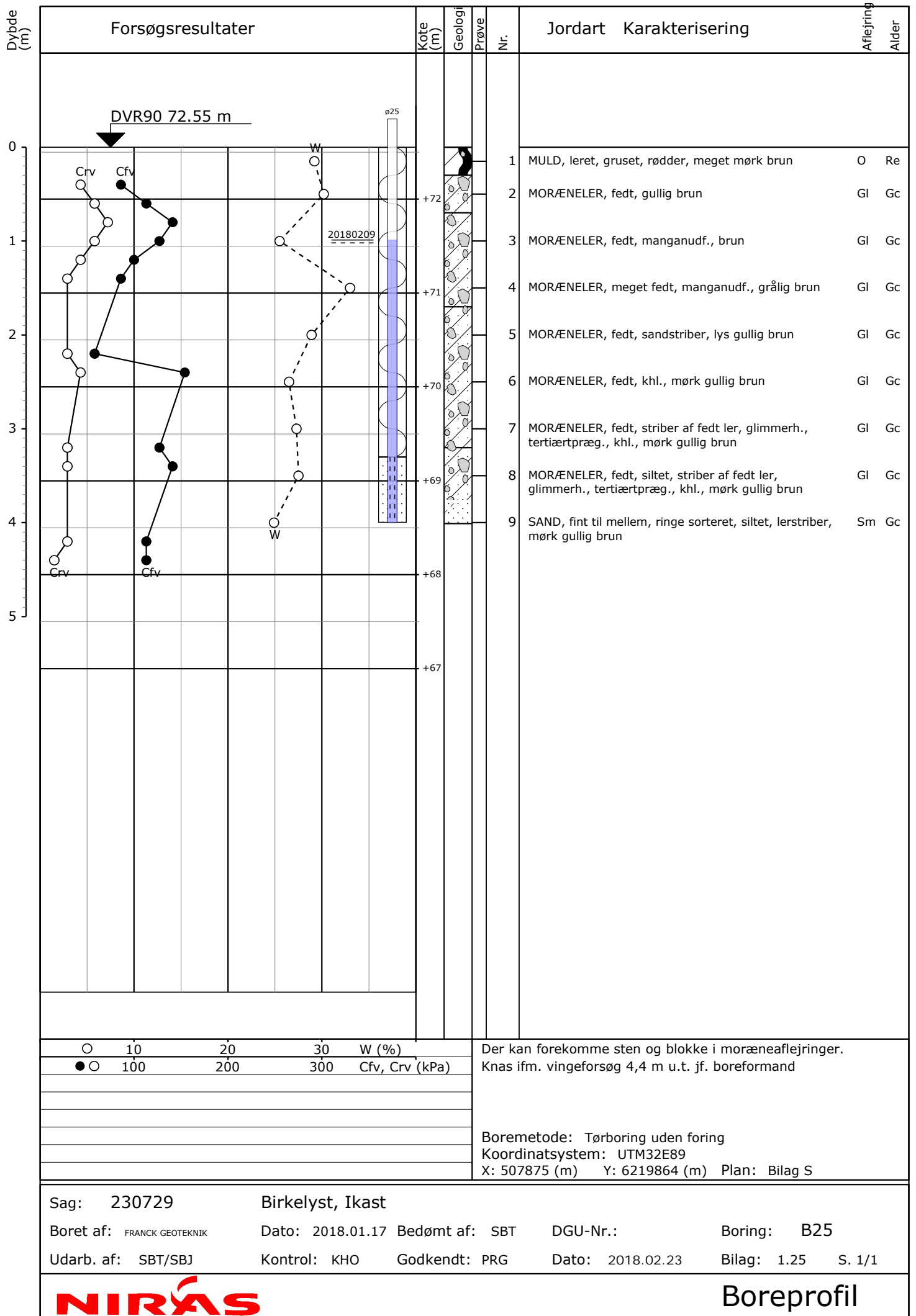
Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer.

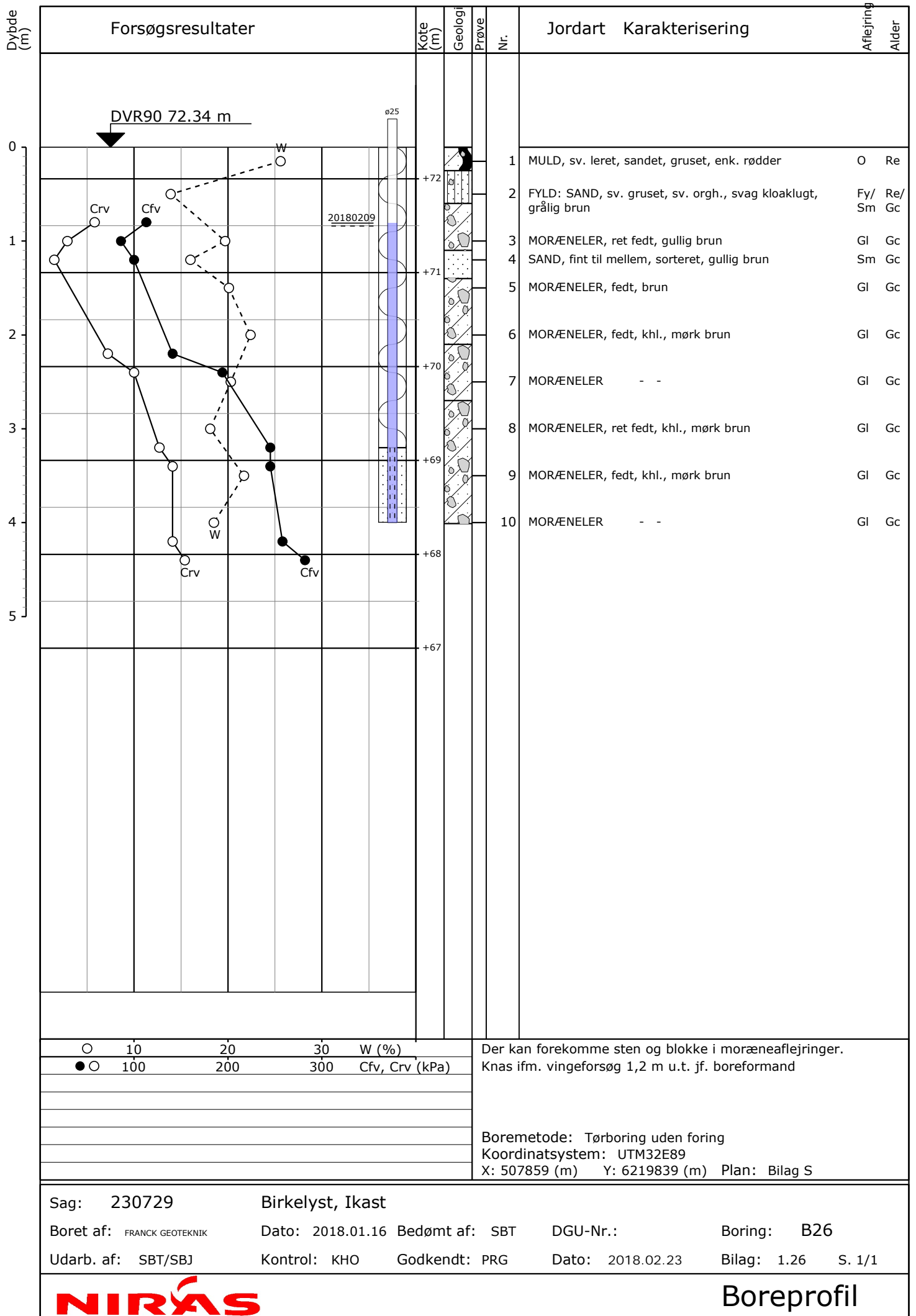
Boremetode: Tørboring uden foring  
Koordinatsystem: UTM32E89  
X: 507889 (m) Y: 6219893 (m) Plan: Bilag S

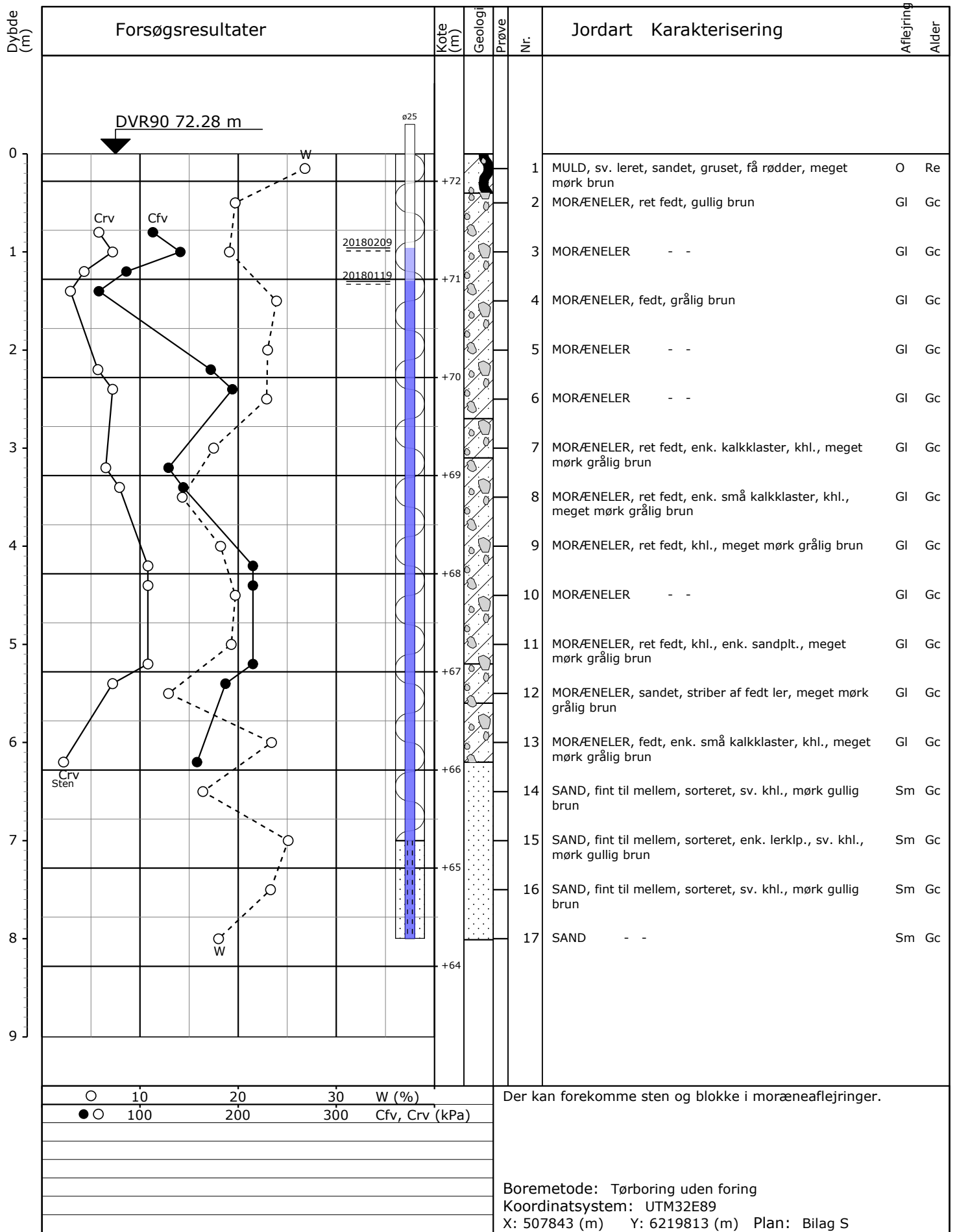
Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.17 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B24  
Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.24 S. 1/1



Boreprofil







Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.19 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: B27

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

Godkendt: PRG

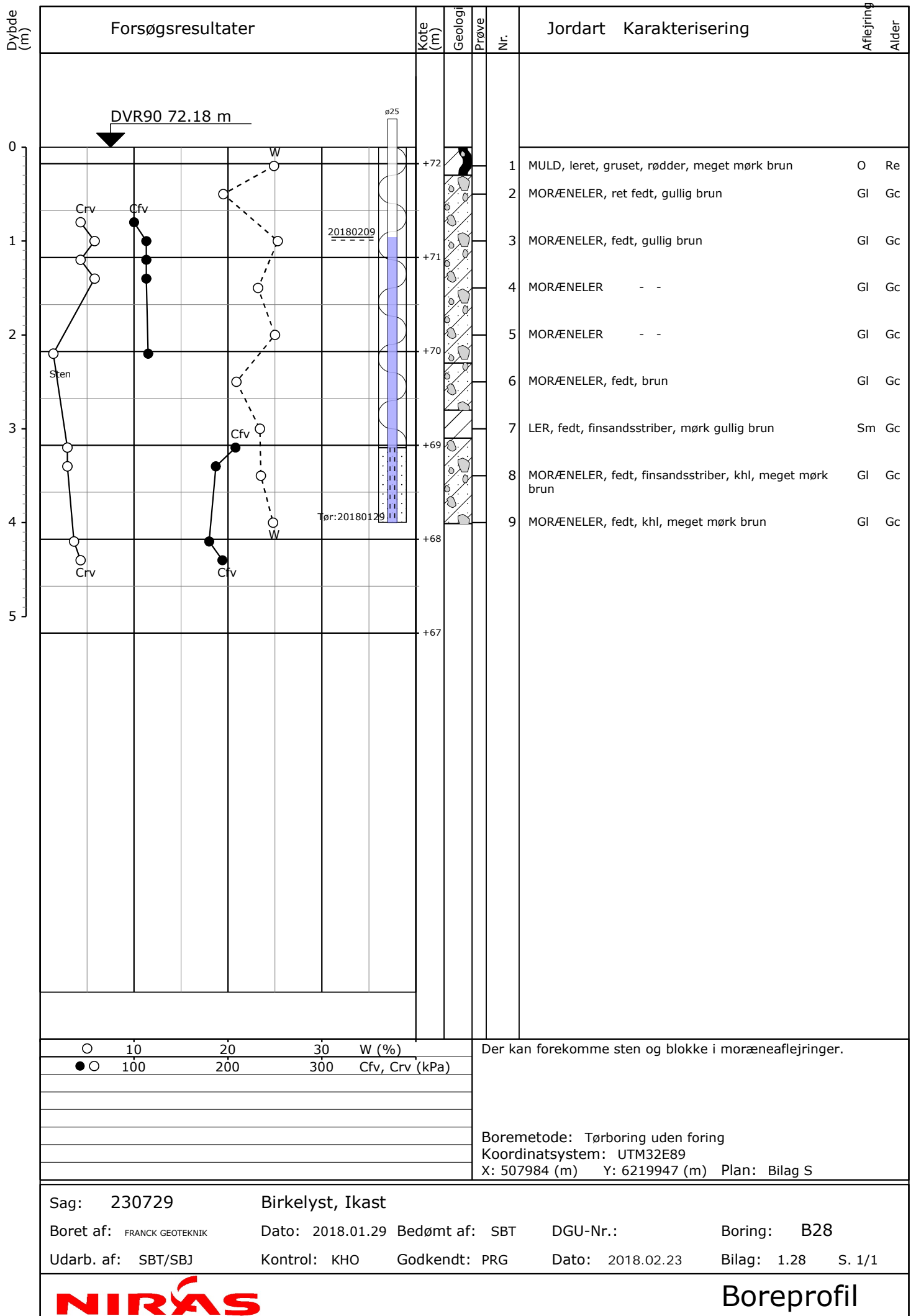
Dato: 2018.02.23

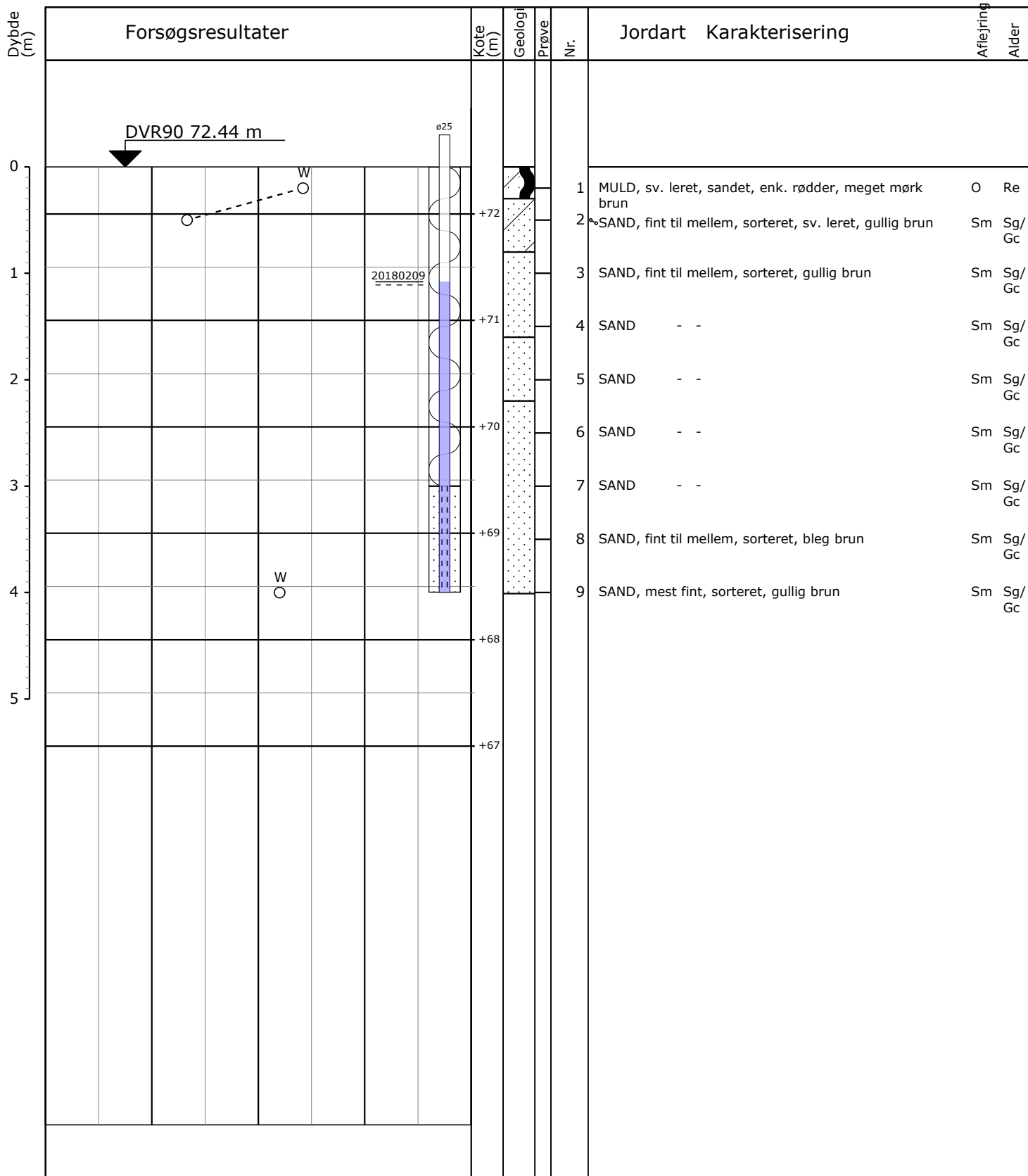
Bilag: 1.27 S. 1/1



Boreprofil







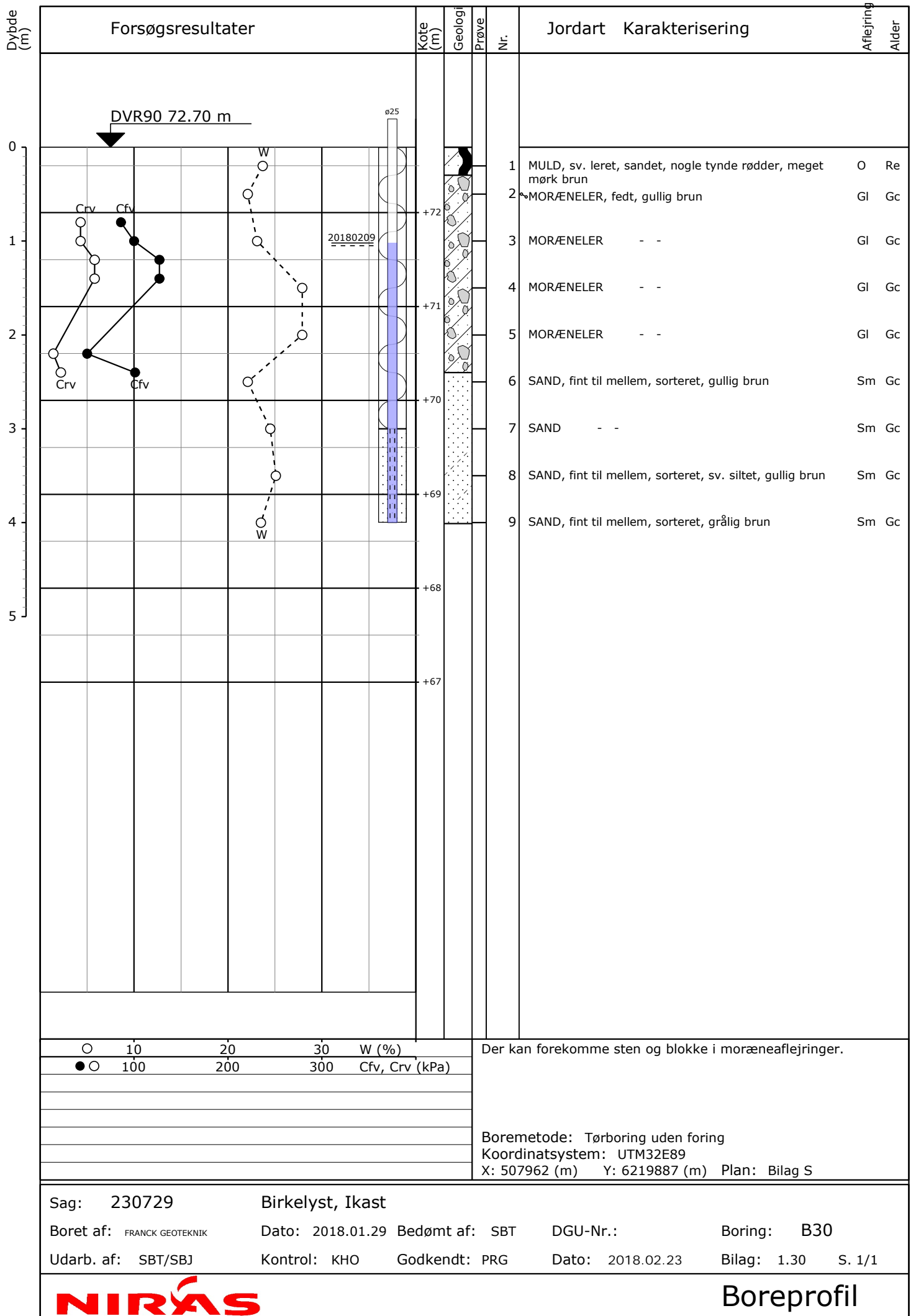
○ 10 20 30 W (%)

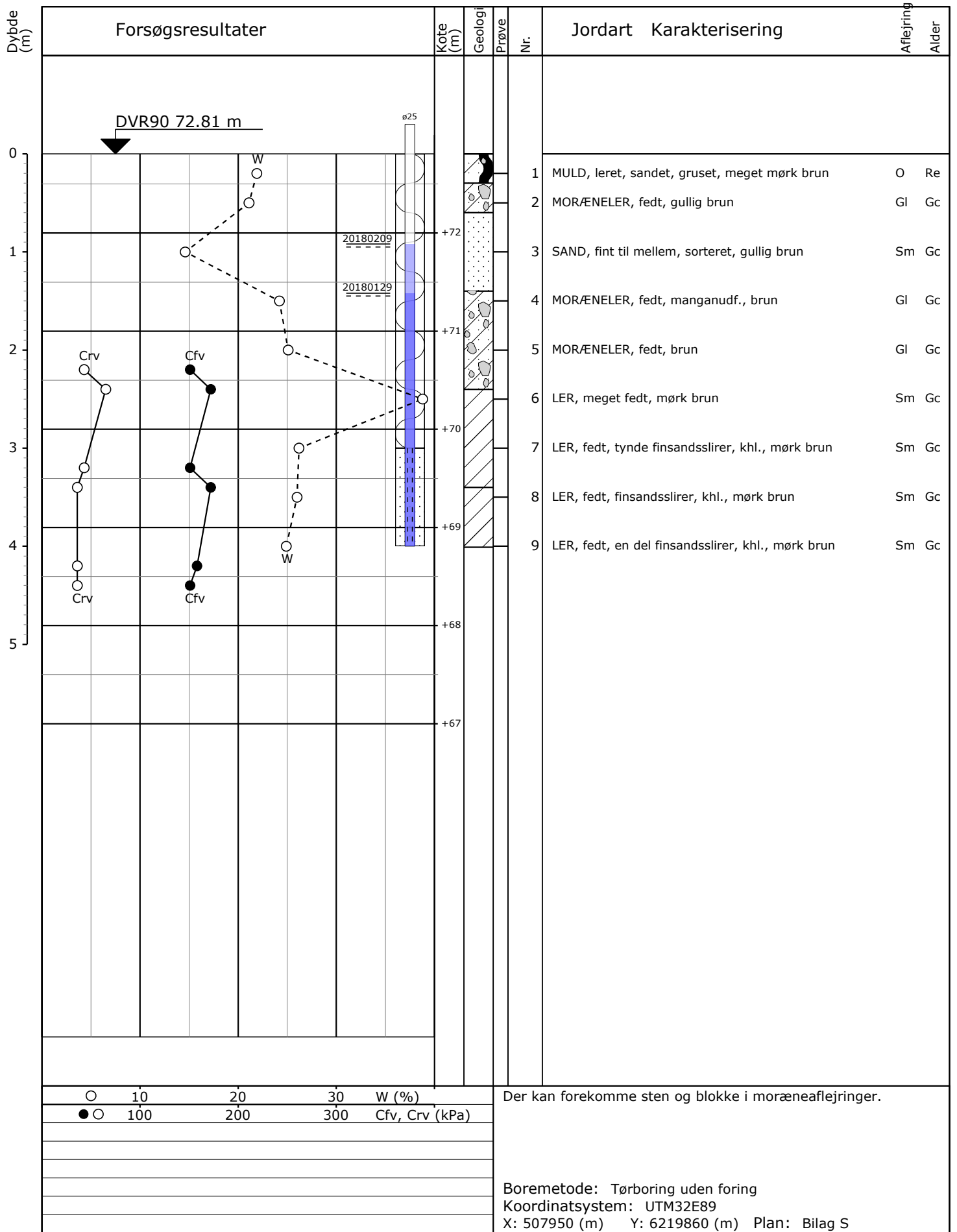
Boremetode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 507973 (m) Y: 6219914 (m) Plan: Bilag S

Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
 Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.29 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B29  
 Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.29 S. 1/1



Boreprofil

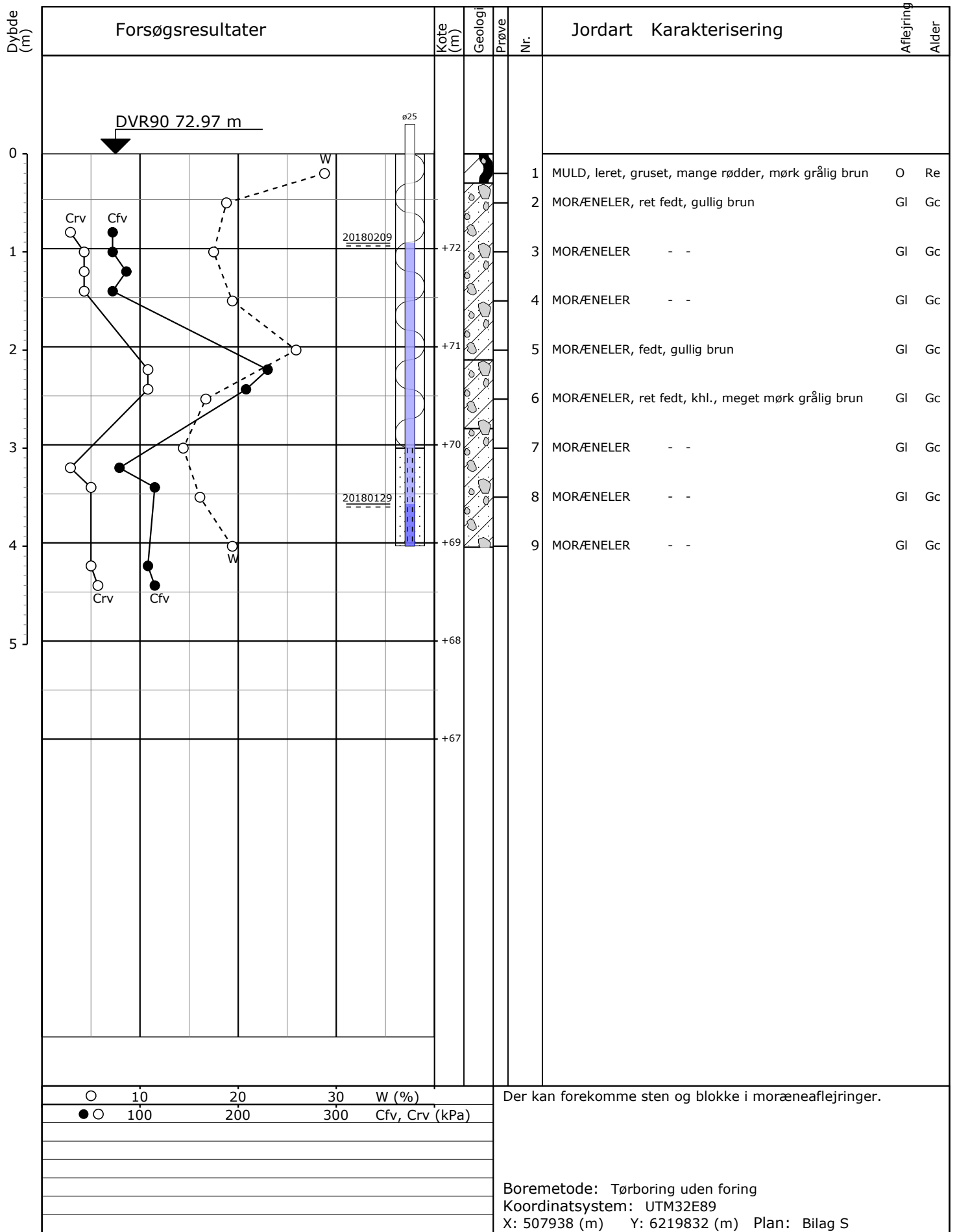




Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
 Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.29 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B31  
 Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.31 S. 1/1



Boreprofil



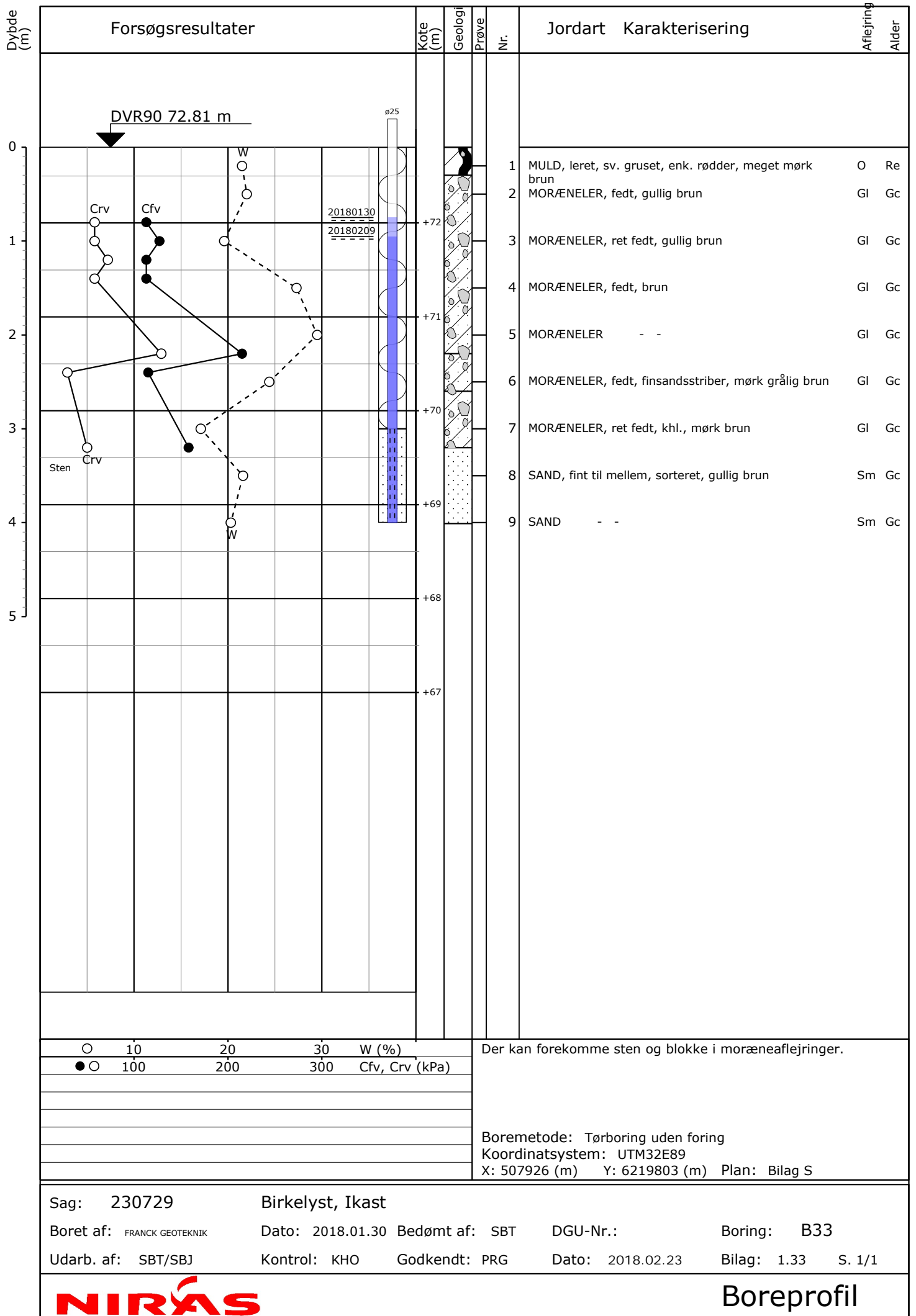
Sag: 230729 Birkelyst, Ikast

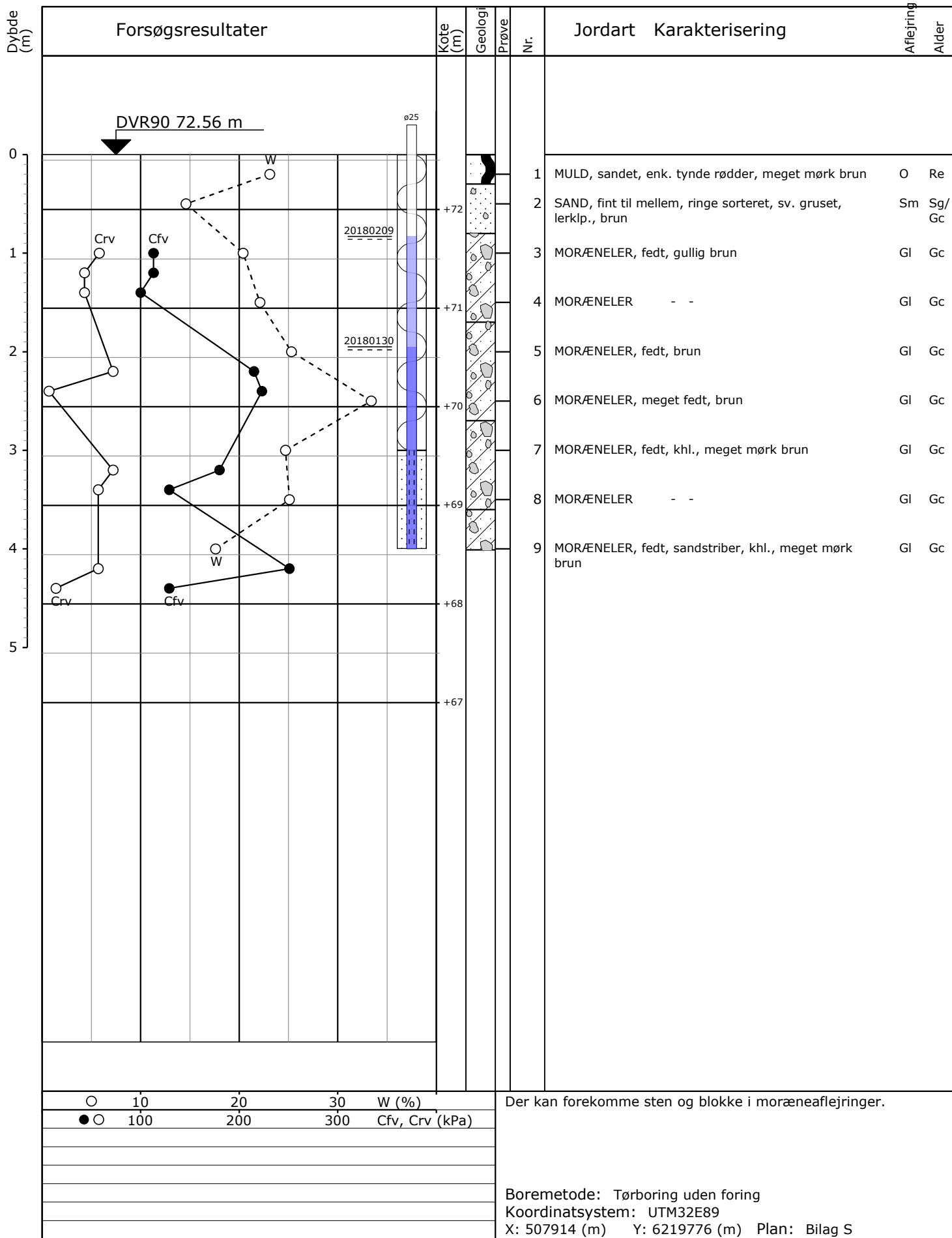
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.29 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B32

Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.32 S. 1/1



# Boreprofil





Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.30 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: B34

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

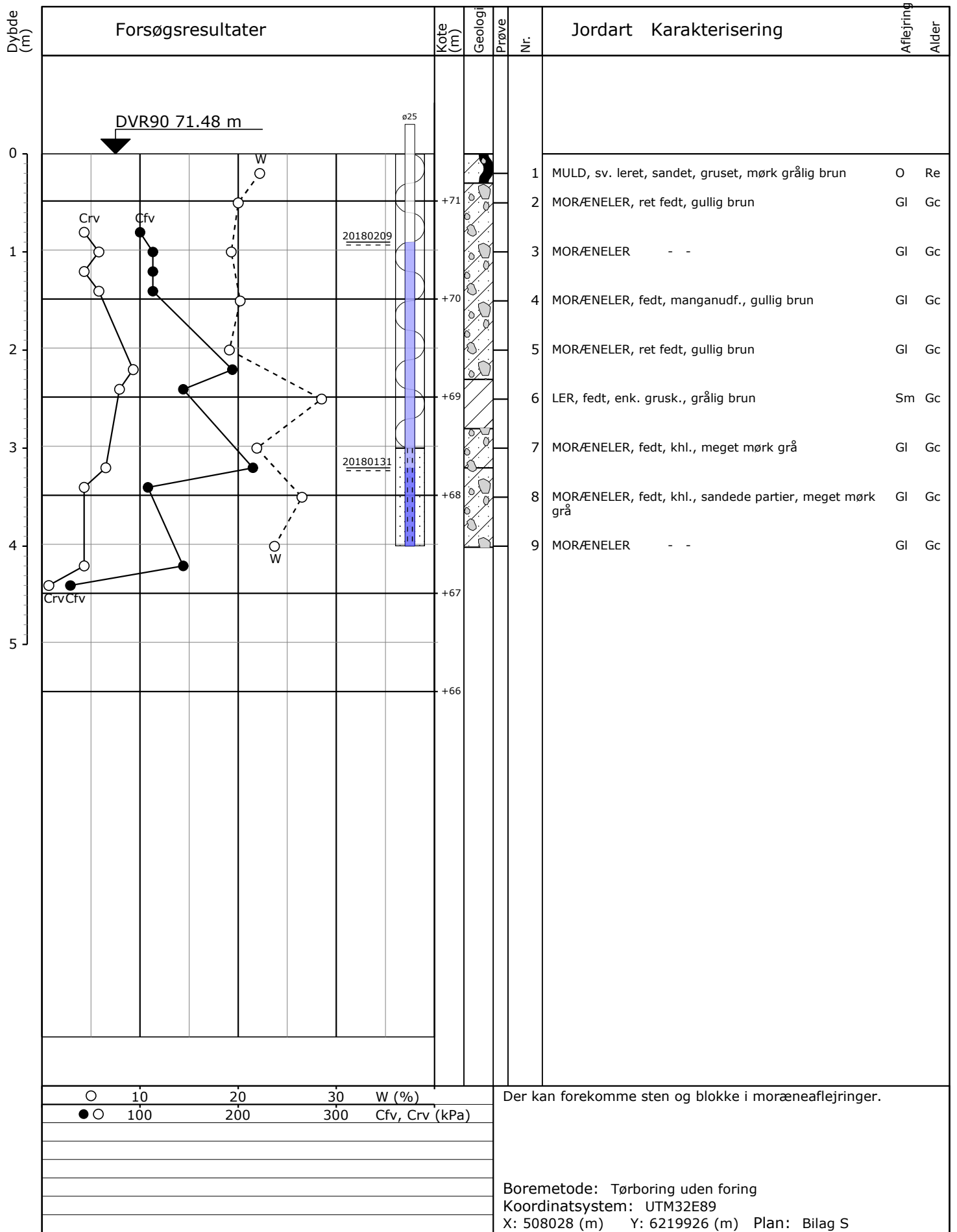
Godkendt: PRG

Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.34 S. 1/1

**NIRAS**

**Boreprofil**



○ 10 20 30 W (%)  
●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer.

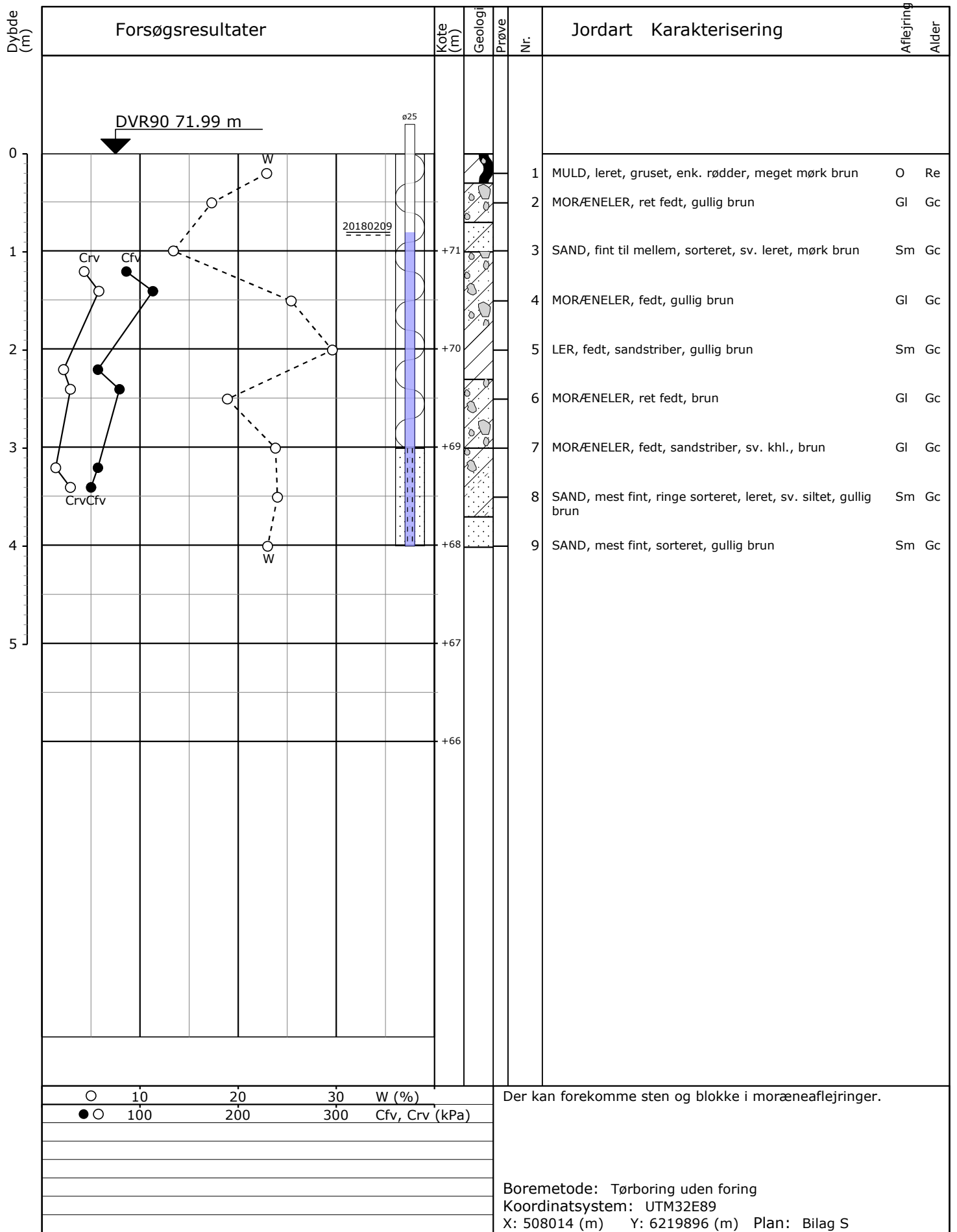
Boremetode: Tørboring uden foring  
Koordinatsystem: UTM32E89  
X: 508028 (m) Y: 6219926 (m) Plan: Bilag S

Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.31 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B35  
Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.35 S. 1/1



Boreprofil





○	10	20	30	W (%)
●○	100	200	300	Cfv, Crv (kPa)

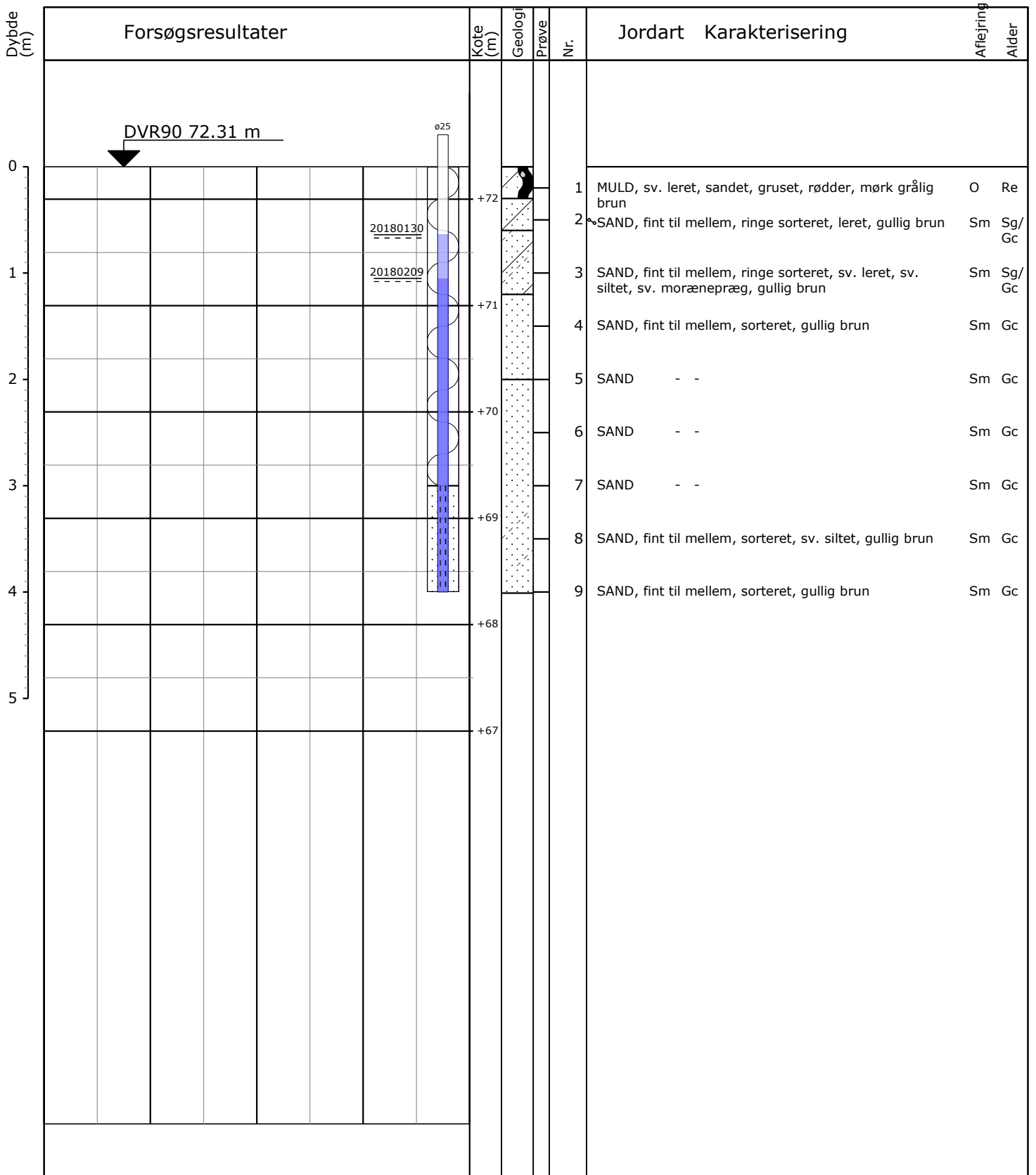
Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer.

Boremetode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 508014 (m) Y: 6219896 (m) Plan: Bilag S

Sag: 230729	Birkelyst, Ikast			
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK	Dato: 2018.01.30	Bedømt af: SBT	DGU-Nr.:	Boring: B36
Udarb. af: SBT/SBJ	Kontrol: KHO	Godkendt: PRG	Dato: 2018.02.23	Bilag: 1.36 S. 1/1



# Boreprofil



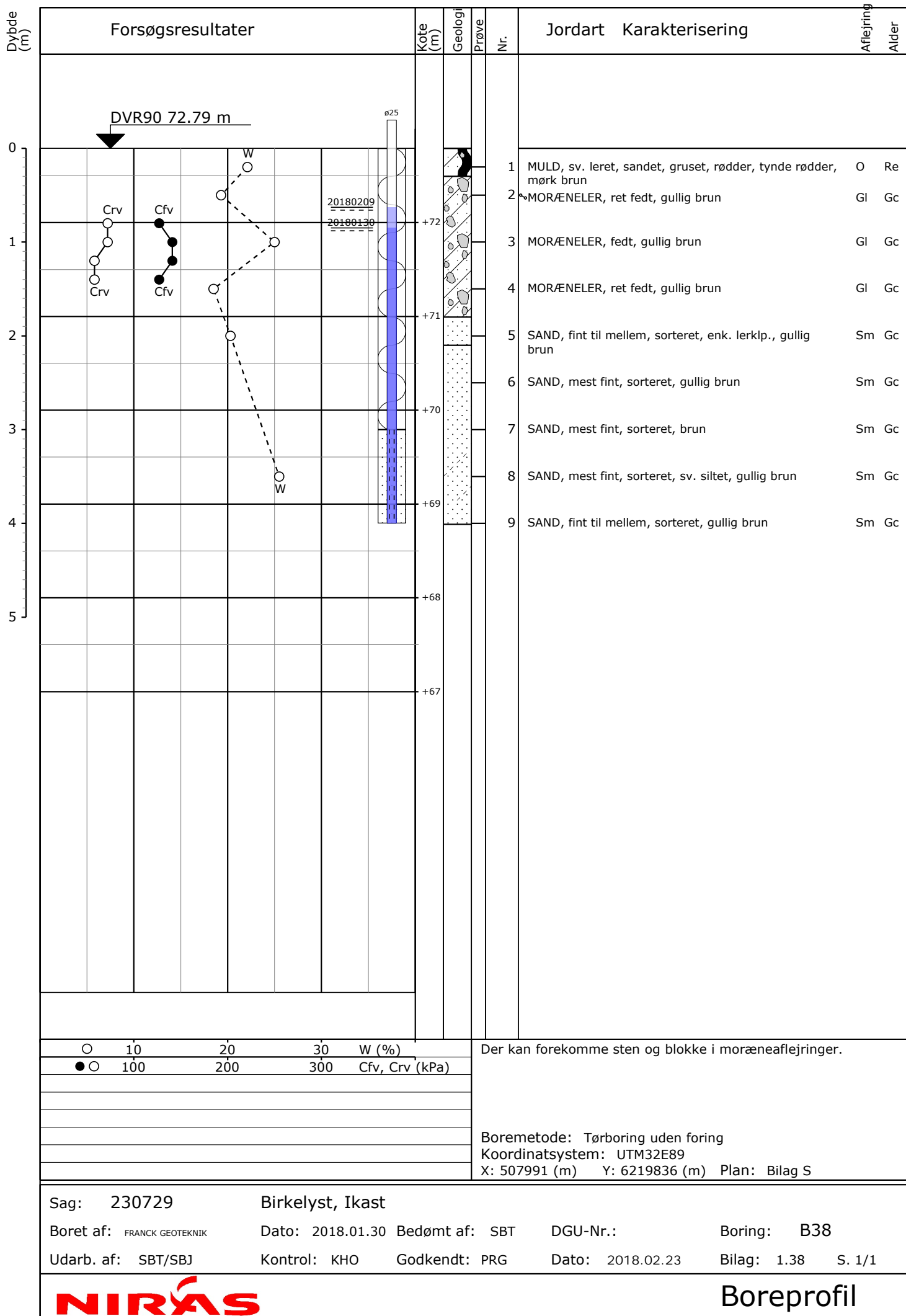
0 10 20 30 W (%)

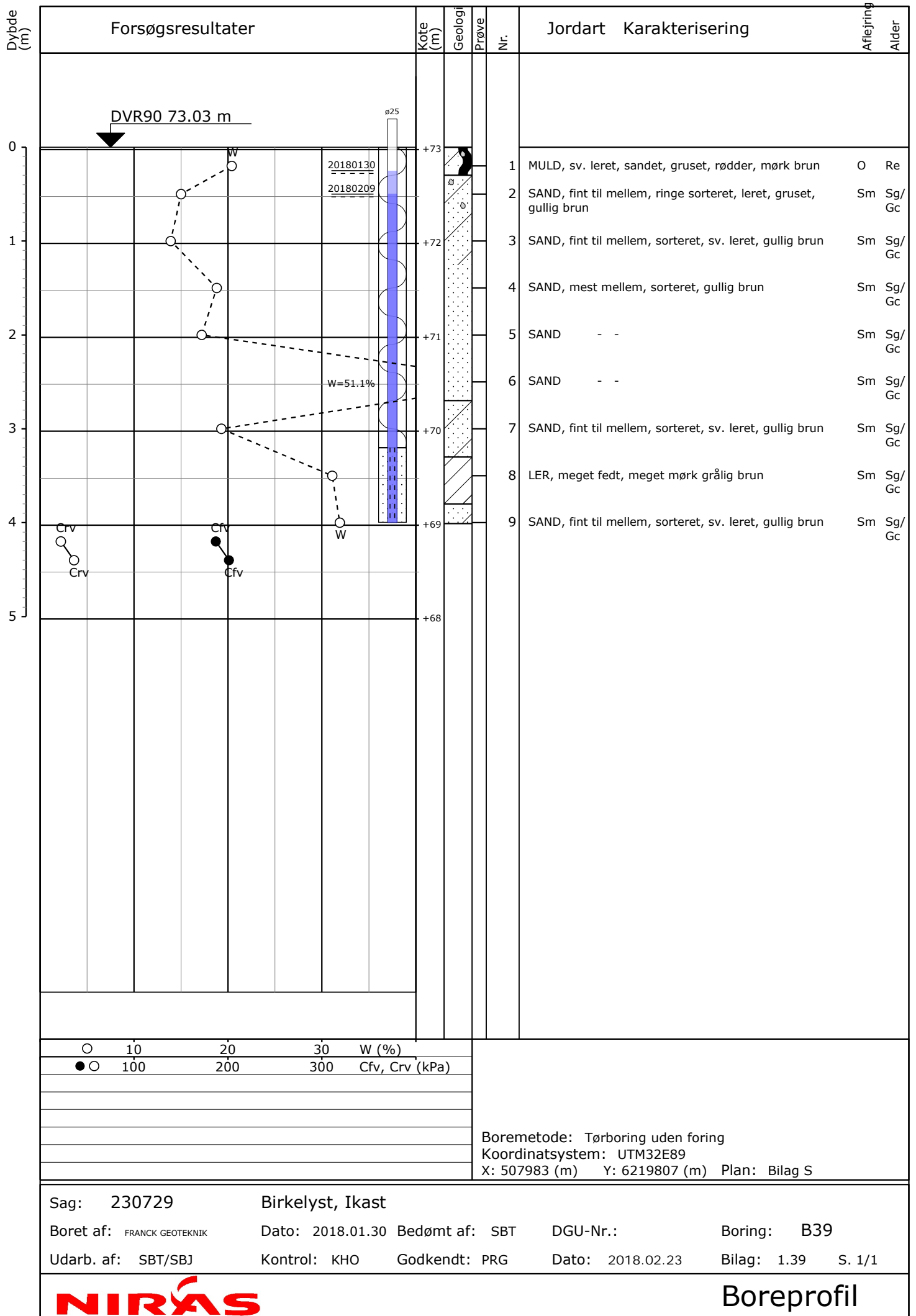
Boremetode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 508004 (m) Y: 6219864 (m) Plan: Bilag S

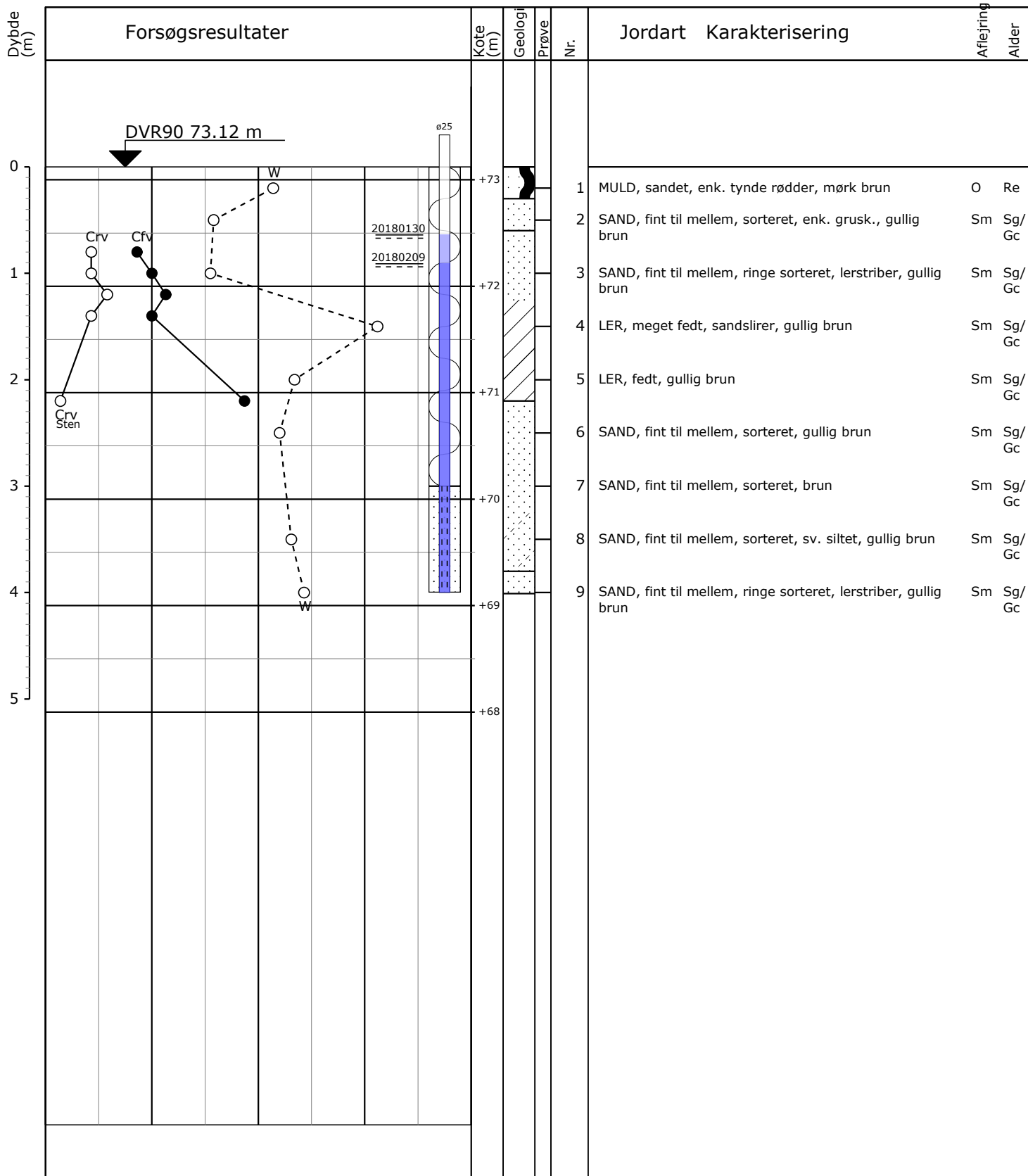
Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
 Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.30 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B37  
 Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.37 S. 1/1



Boreprofil







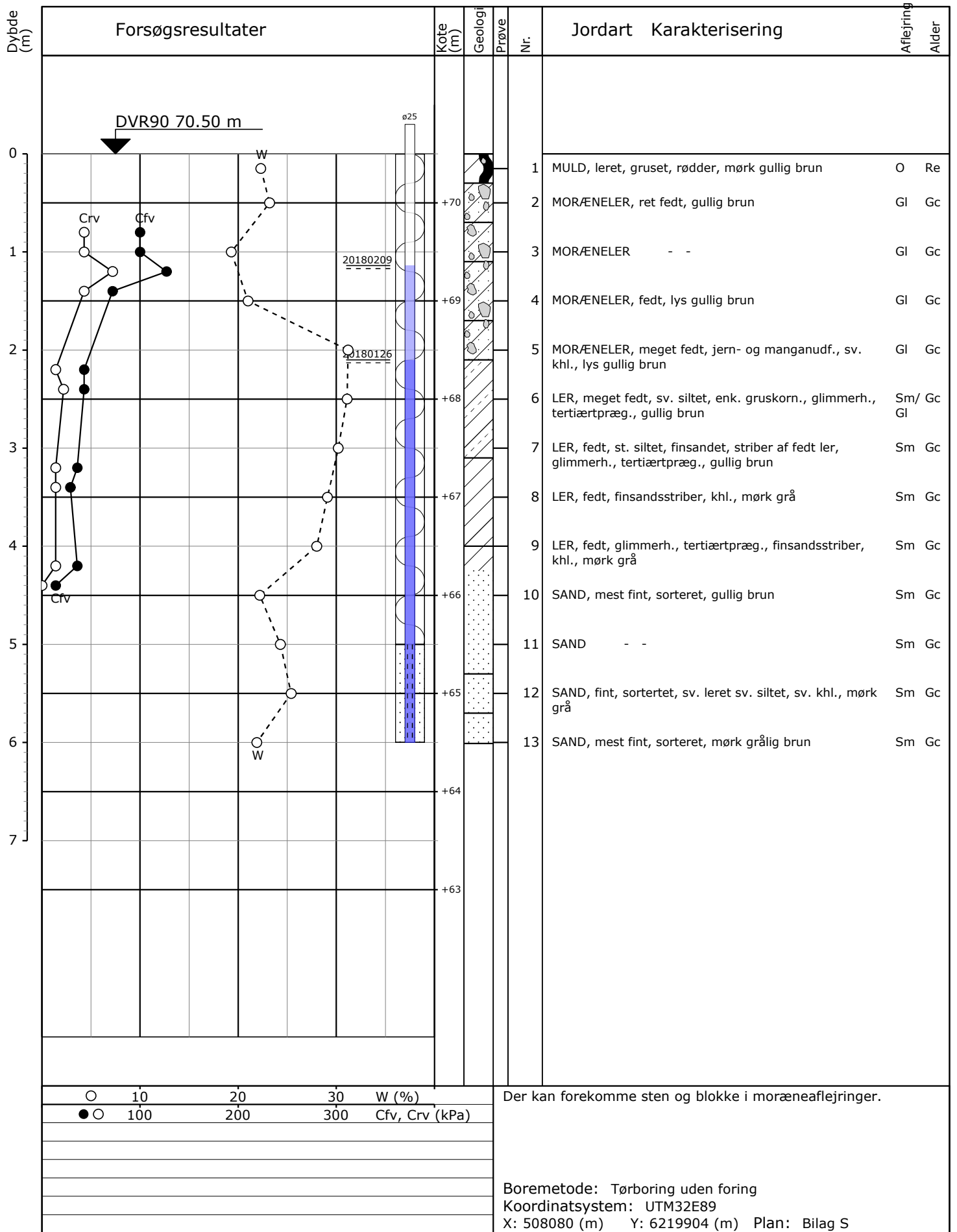
Forsøgsresultater		Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder
		+73			1	MULD, sandet, enk. tynde rødder, mørk brun	O	Re
		+72			2	SAND, fint til mellem, sorteret, enk. grusk., gullig brun	Sm	Sg/Gc
		+71			3	SAND, fint til mellem, ringe sorteret, lerstriber, gullig brun	Sm	Sg/Gc
		+70			4	LER, meget fedt, sandslirer, gullig brun	Sm	Sg/Gc
		+69			5	LER, fedt, gullig brun	Sm	Sg/Gc
		+68			6	SAND, fint til mellem, sorteret, gullig brun	Sm	Sg/Gc
					7	SAND, fint til mellem, sorteret, brun	Sm	Sg/Gc
					8	SAND, fint til mellem, sorteret, sv. siltet, gullig brun	Sm	Sg/Gc
					9	SAND, fint til mellem, ringe sorteret, lerstriber, gullig brun	Sm	Sg/Gc

○	10	20	30	W (%)
●	100	200	300	Cfv, Crv (kPa)

Boremetode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 507965 (m) Y: 6219781 (m) Plan: Bilag S

Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
 Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.30 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B40  
 Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.40 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - SQL-DB Aalborg GEO - PSTGDK - 23-02-2018 10:53:07



Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.26 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: B41

Udarb. af: SBT/SBJ

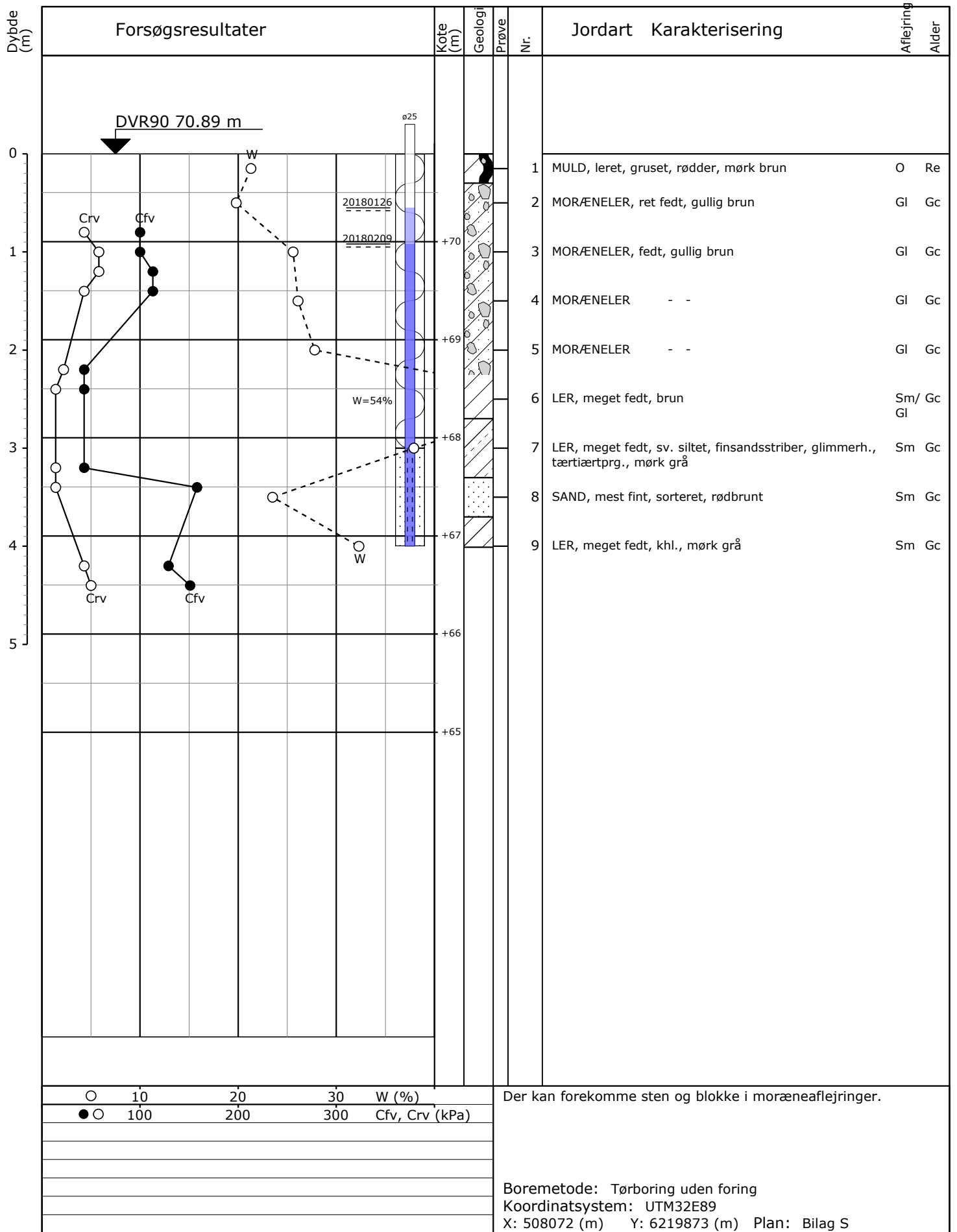
Kontrol: KHO Godkendt: PRG

Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.41 S. 1/1



Boreprofil



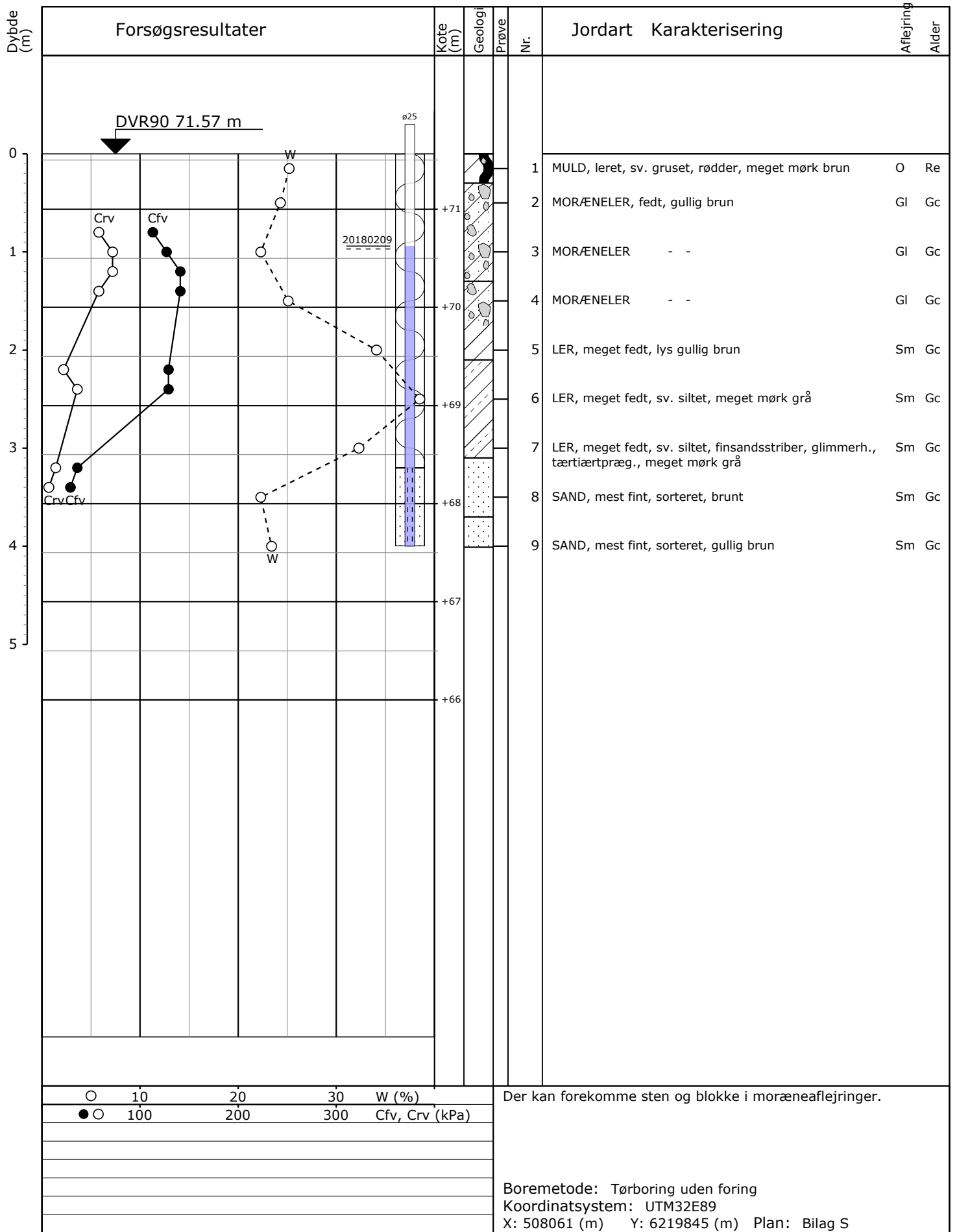
Sag: 230729 Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.25 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: B42

Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.42 S. 1/1



Boreprofil

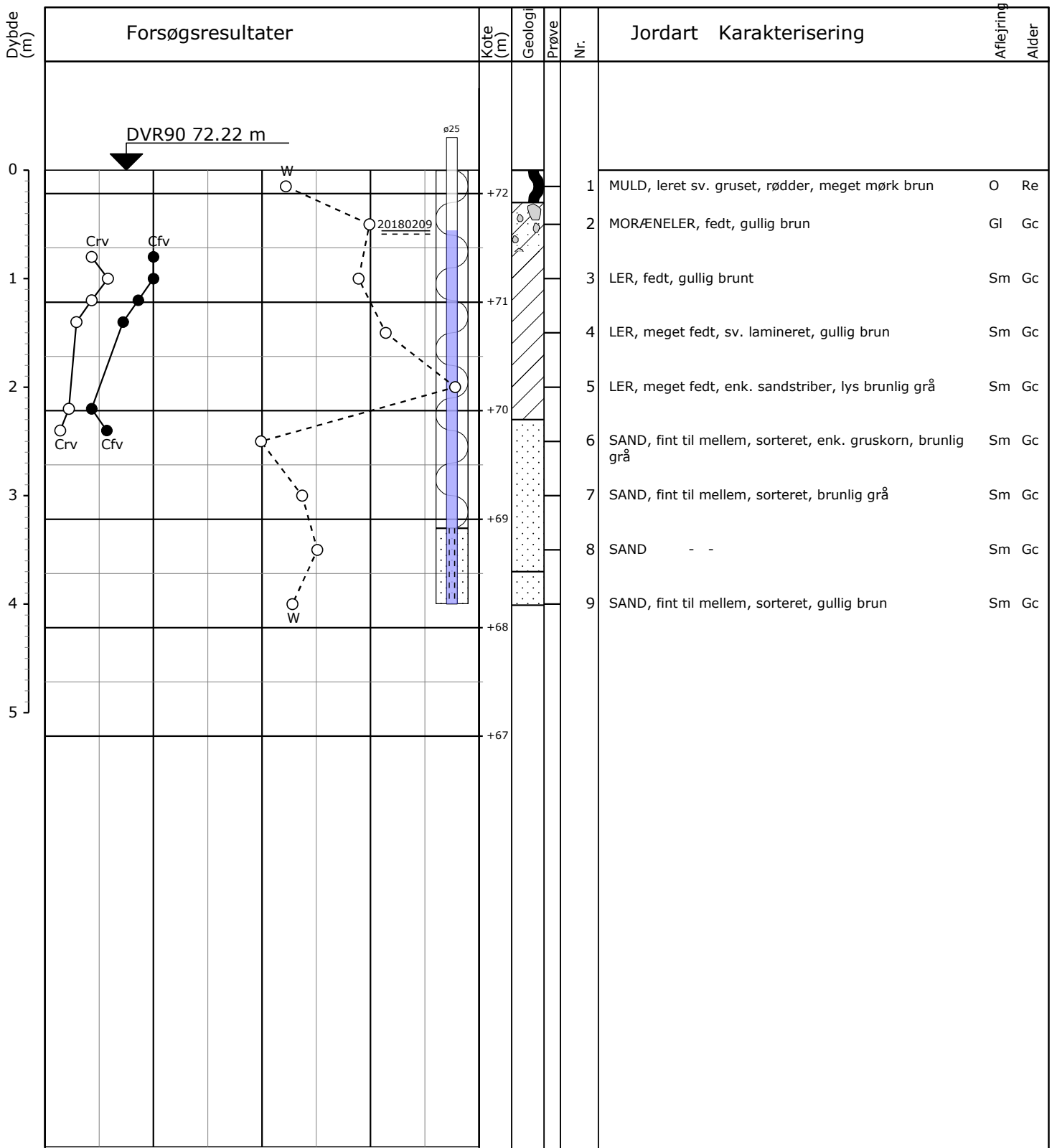


Sag: 230729	Birkelyst, Ikast			
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK	Dato: 2018.01.25	Bedømt af: SBT	DGU-Nr.:	Boring: B43
Udarb. af: SBT/SBJ	Kontrol: KHO	Godkendt: PRG	Dato: 2018.02.23	Bilag: 1.43 S. 1/1



# Boreprofil





Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.26 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: B44

Udarb. af: SBT/SBJ

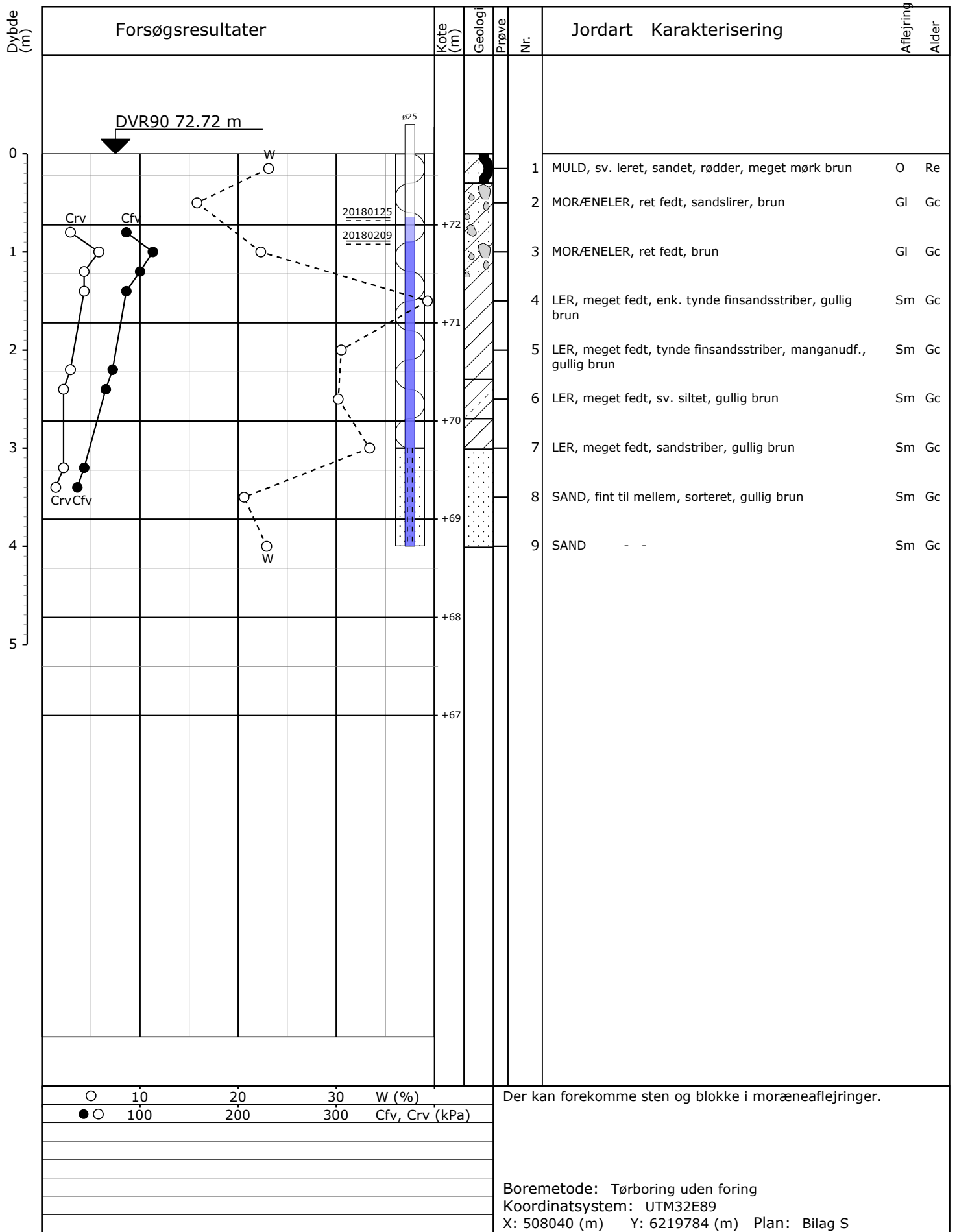
Kontrol: KHO Godkendt: PRG

Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.44 S. 1/1



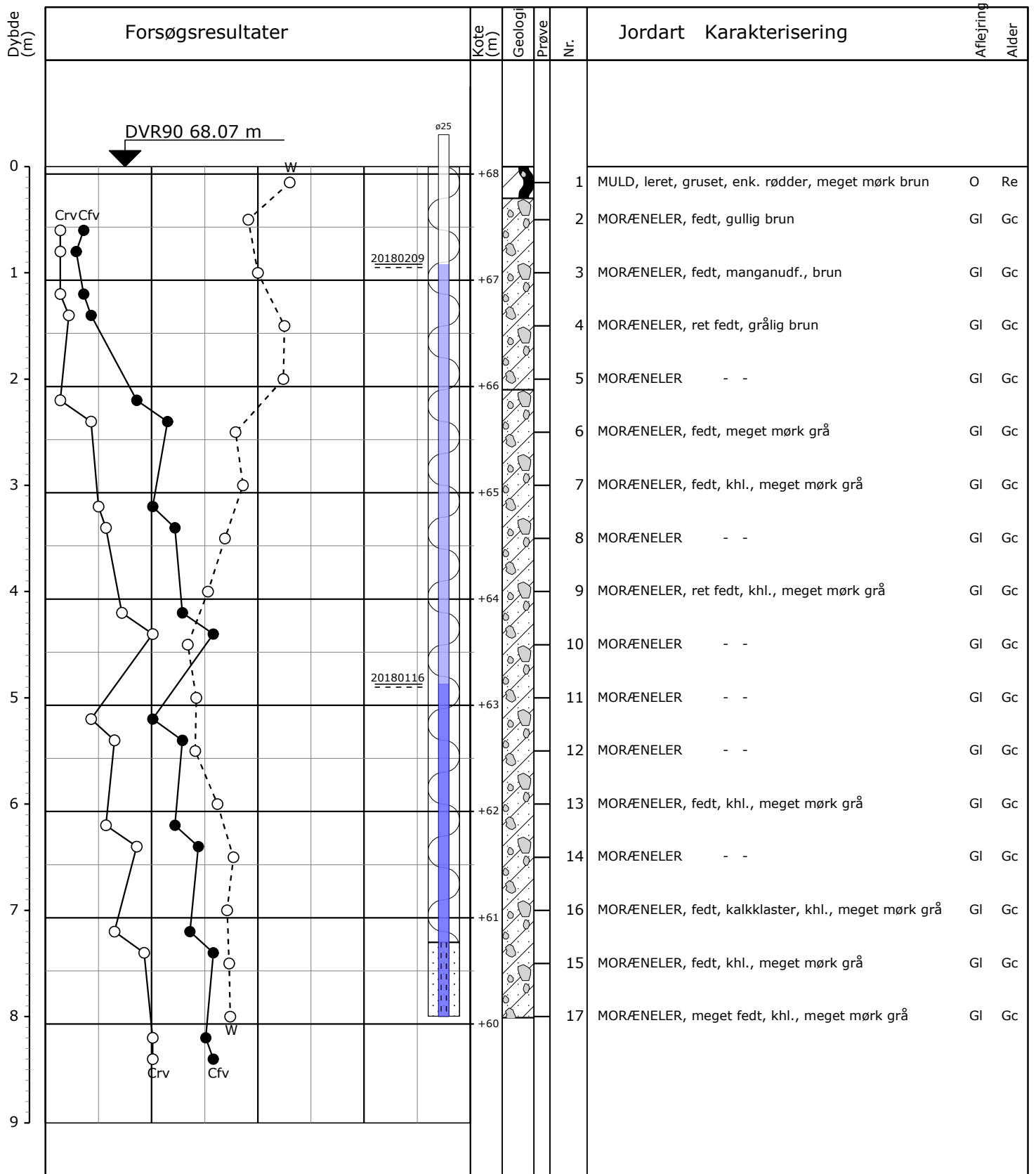
Boreprofil



Sag: 230729	Birkelyst, Ikast			
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK	Dato: 2018.01.25	Bedømt af: SBT	DGU-Nr.:	Boring: B45
Udarb. af: SBT/SBJ	Kontrol: KHO	Godkendt: PRG	Dato: 2018.02.23	Bilag: 1.45 S. 1/1



Boreprofil



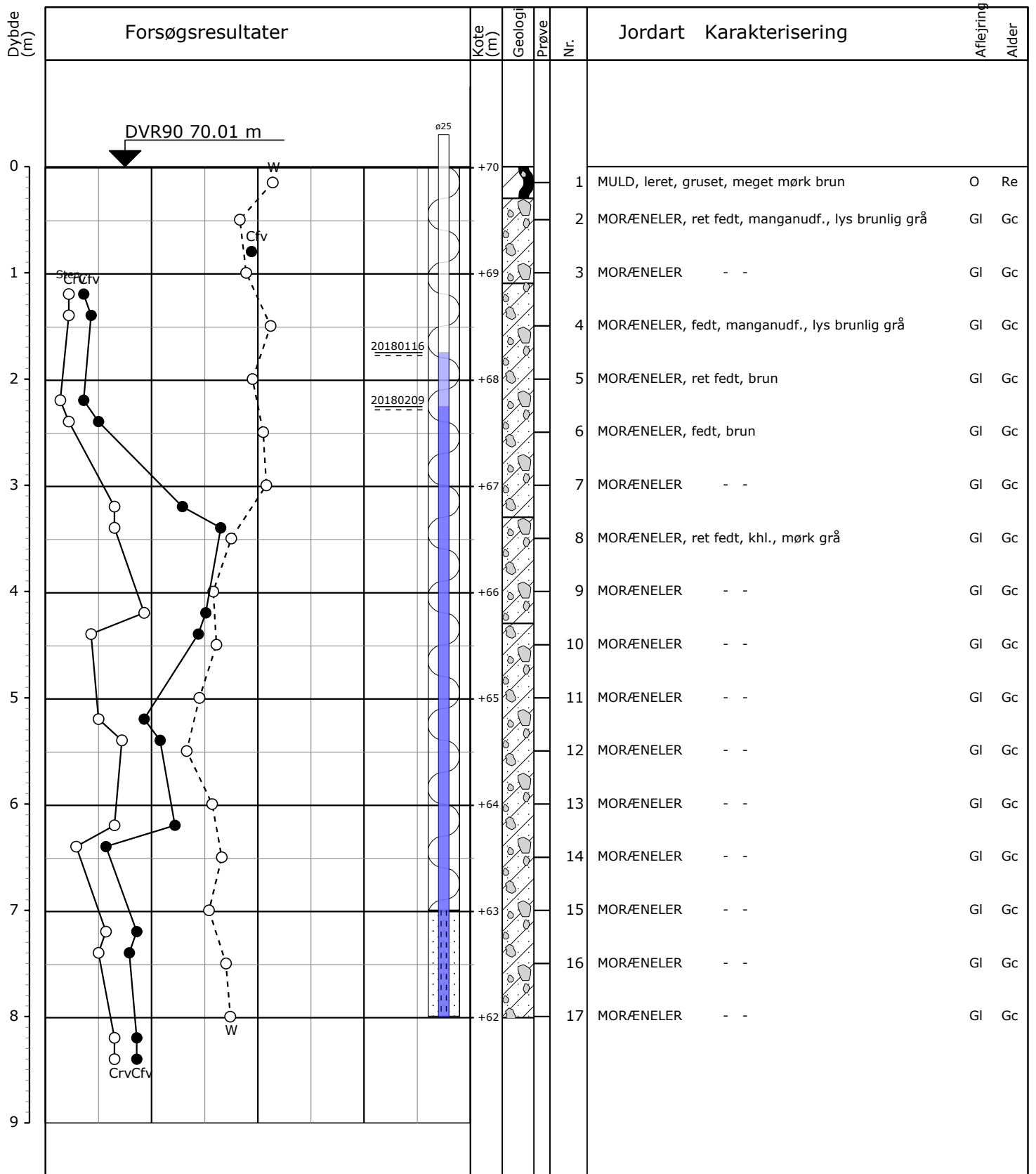
Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer.

Boremetode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 507612 (m) Y: 6219805 (m) Plan: Bilag S

Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
 Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.16 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: R1  
 Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.46 S. 1/1



Boreprofil



○ 10 20 30 W (%)  
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

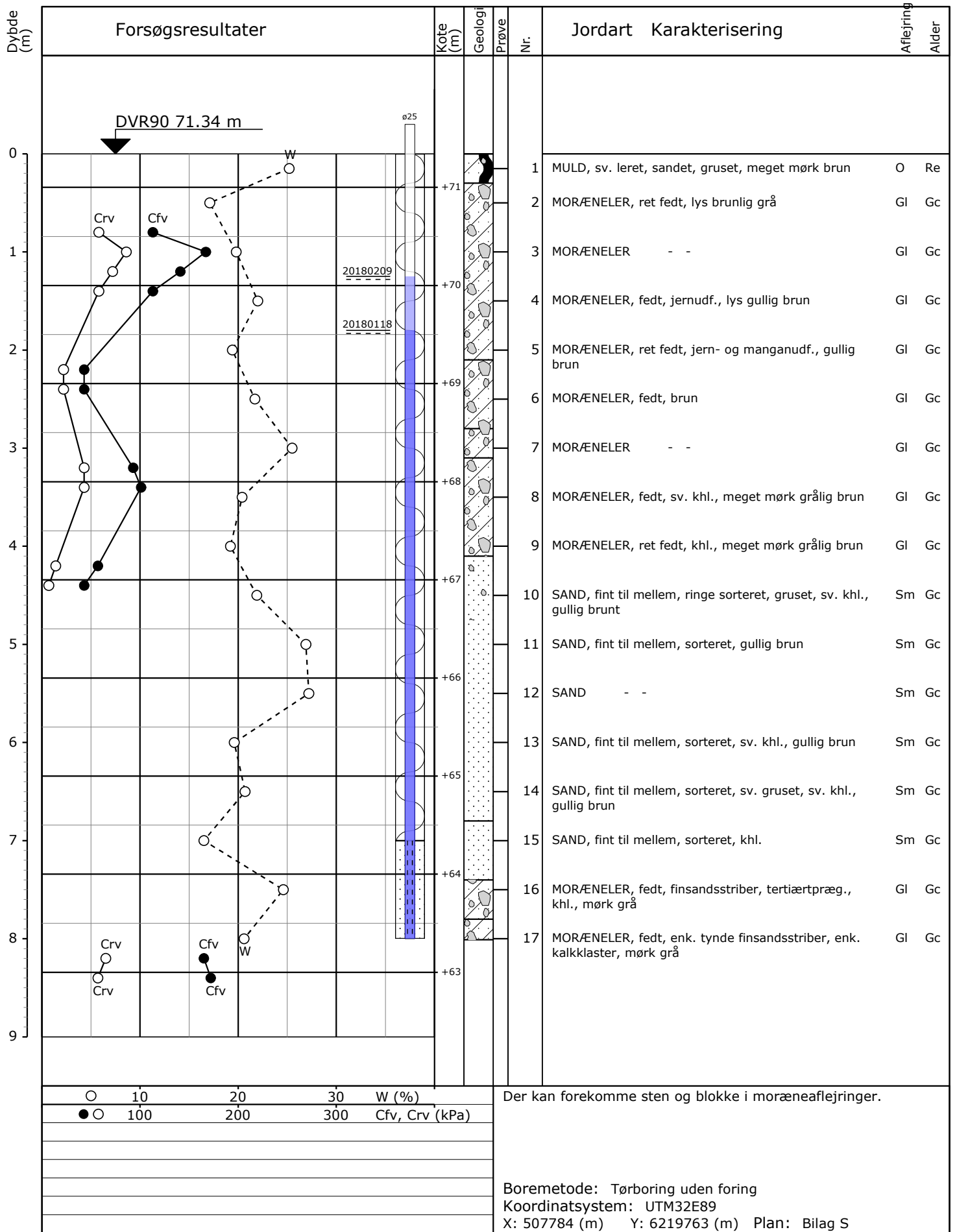
Der kan forekomme sten og blokke i moræneaflejringer.

Boremetode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 507712 (m) Y: 6219780 (m) Plan: Bilag S

Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
 Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.16 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: R2  
 Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.47 S. 1/1



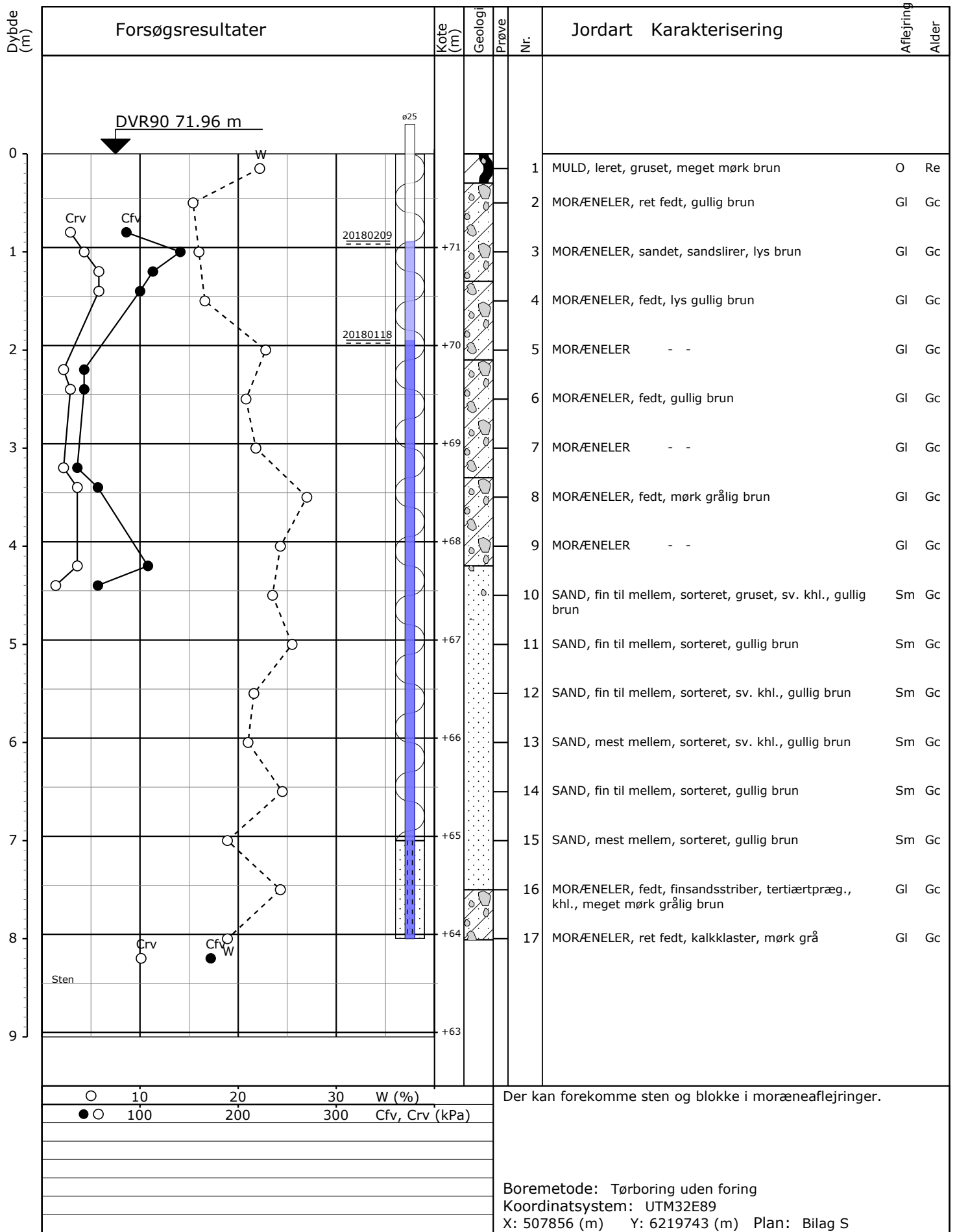
Boreprofil



Sag: 230729	Birkelyst, Ikast			
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK	Dato: 2018.01.18	Bedømt af: SBT	DGU-Nr.:	Boring: R3
Udarb. af: SBT/SBJ	Kontrol: KHO	Godkendt: PRG	Dato: 2018.02.23	Bilag: 1.48 S. 1/1



# Boreprofil



Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.18 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: R4

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

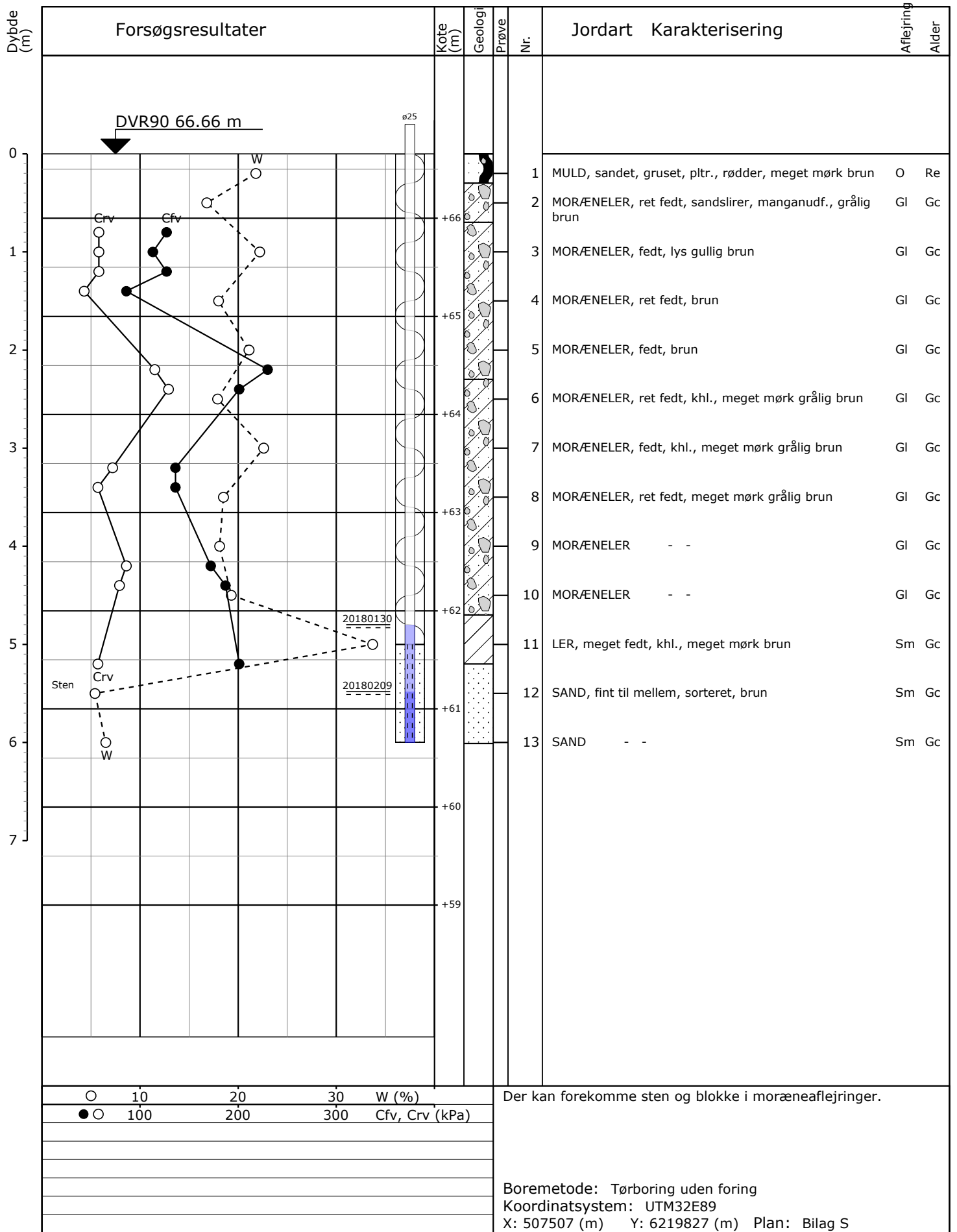
Godkendt: PRG

Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.49 S. 1/1



Boreprofil



Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.30 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: R5

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

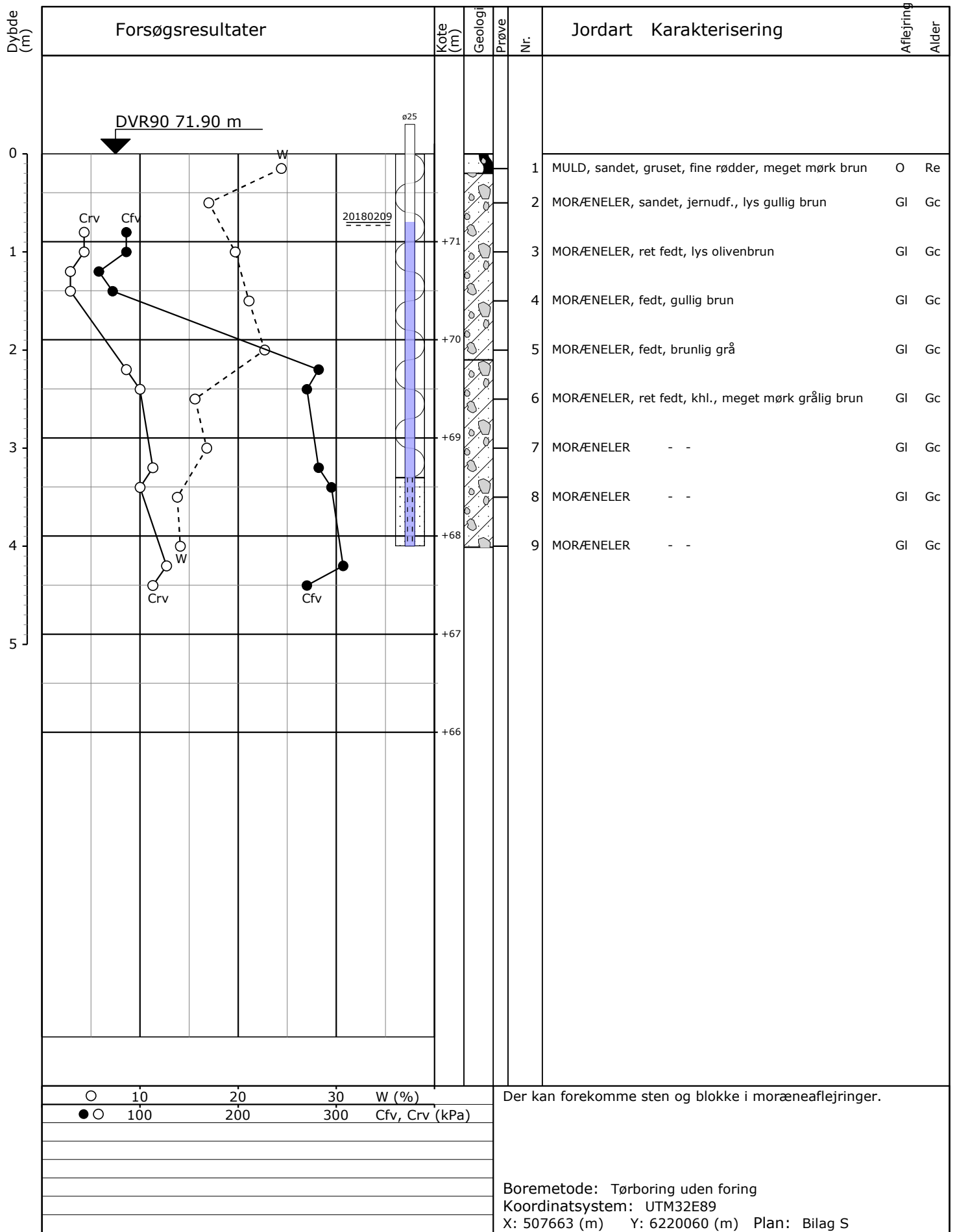
Godkendt: PRG

Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.50 S. 1/1



Boreprofil



Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.07 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: V1

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

Godkendt: PRG

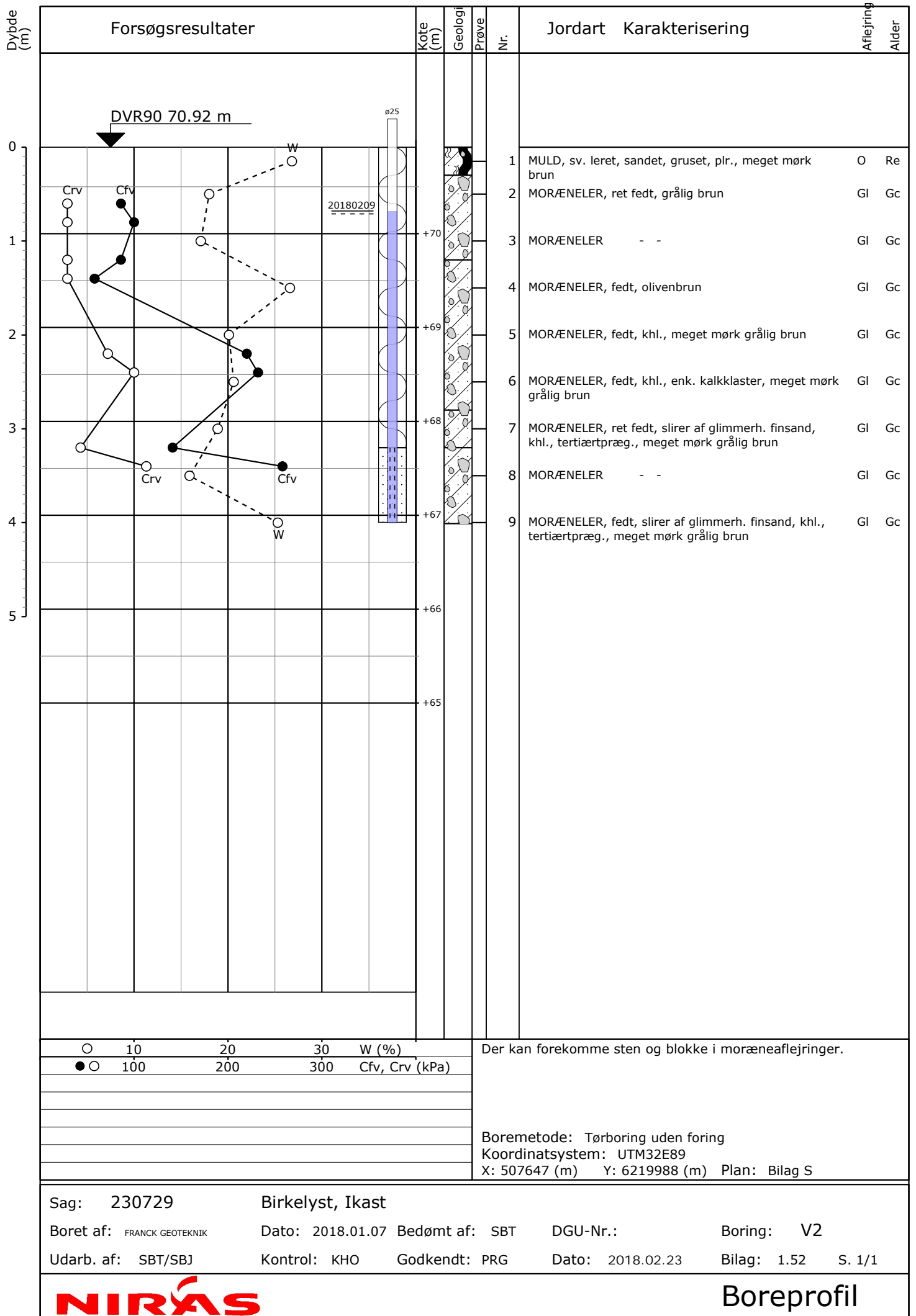
Dato: 2018.02.23

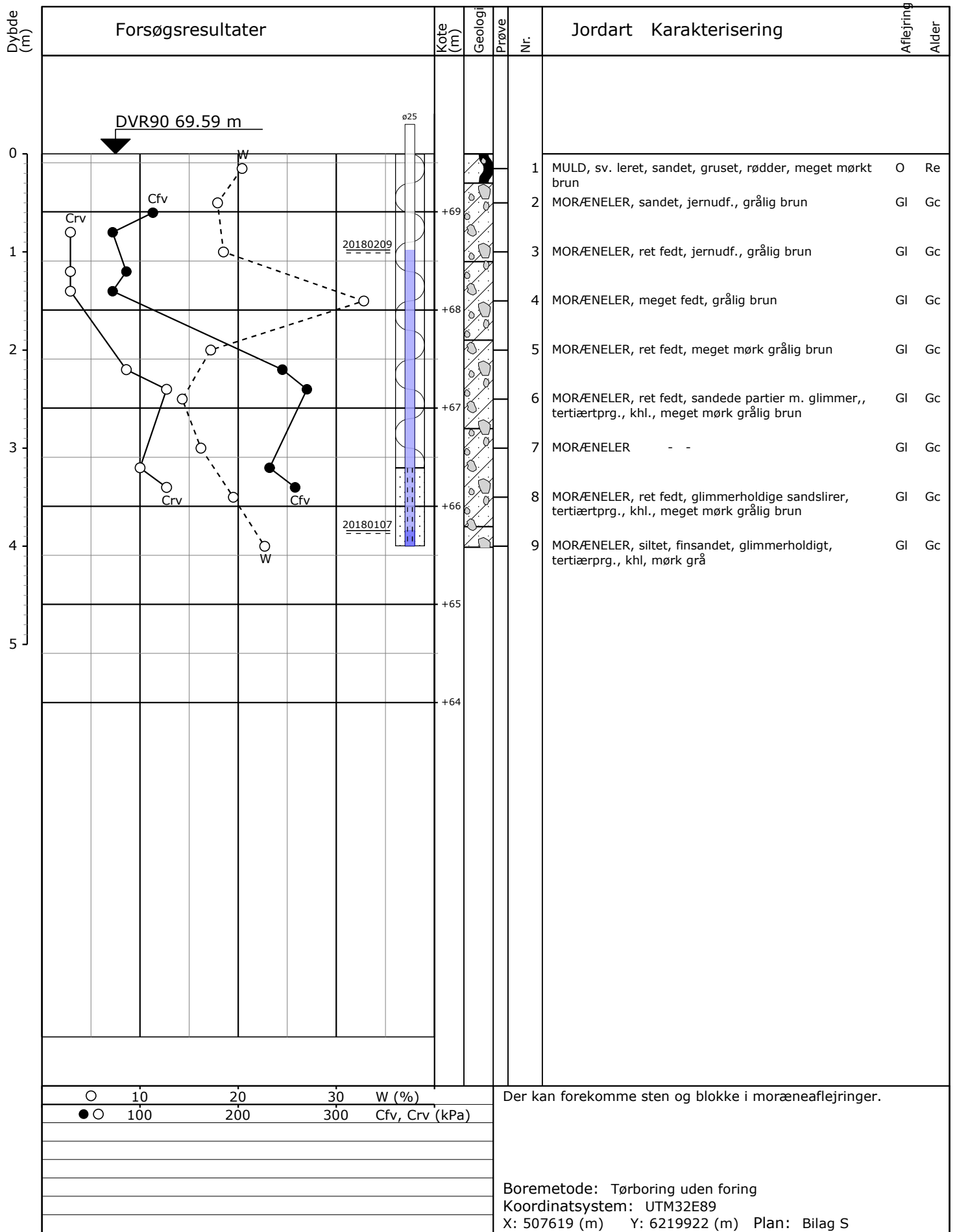
Bilag: 1.51 S. 1/1



Boreprofil



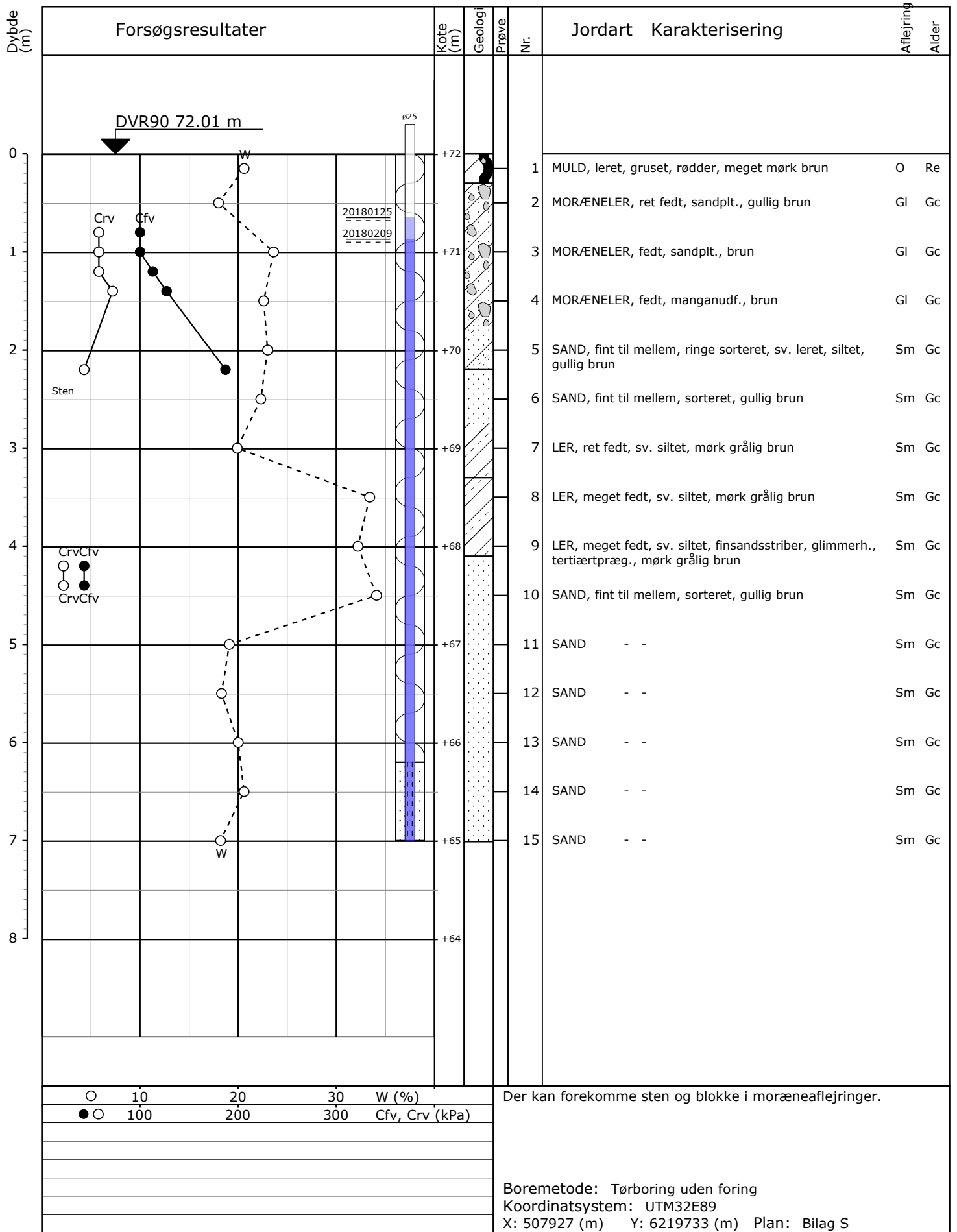




Sag: 230729	Birkelyst, Ikast			
Boret af: FRANCK GEOTEKNIK	Dato: 2018.01.07	Bedømt af: SBT	DGU-Nr.:	Boring: V3
Udarb. af: SBT/SBJ	Kontrol: KHO	Godkendt: PRG	Dato: 2018.02.23	Bilag: 1.53 S. 1/1



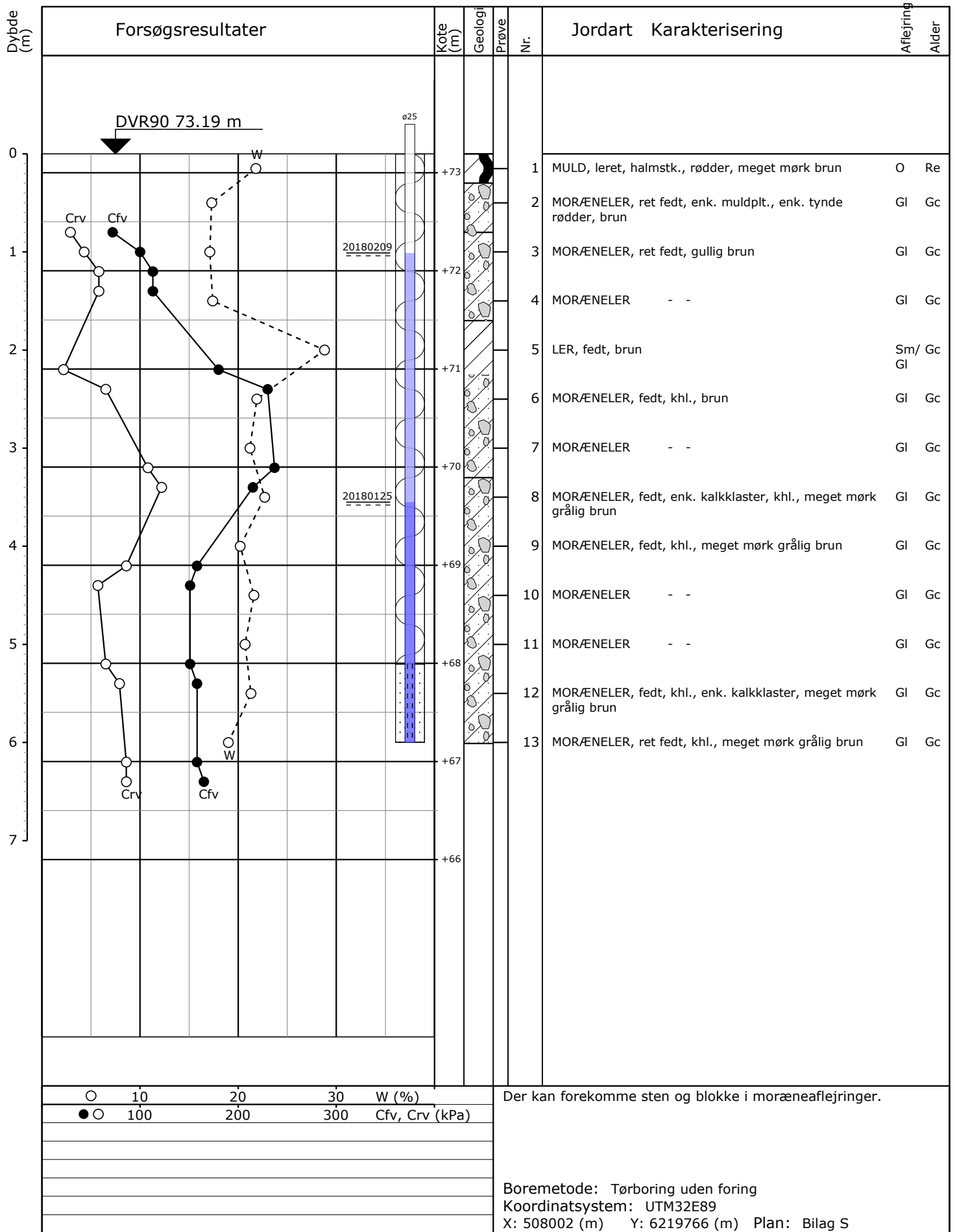
# Boreprofil



Sag: 230729 Birkelyst, Ikast  
 Boret af: FRANCK GEOTEKNIK Dato: 2018.01.25 Bedømt af: SBT DGU-Nr.: Boring: V4  
 Udarb. af: SBT/SBJ Kontrol: KHO Godkendt: PRG Dato: 2018.02.23 Bilag: 1.54 S. 1/1



# Boreprofil



Sag: 230729

Birkelyst, Ikast

Boret af: FRANCK GEOTEKNIK

Dato: 2018.01.25 Bedømt af: SBT

DGU-Nr.:

Boring: V5

Udarb. af: SBT/SBJ

Kontrol: KHO

Godkendt: PRG

Dato: 2018.02.23

Bilag: 1.55 S. 1/1




Boreprofil

Geofysisk rapport

---

BILAG 2



# DualEM Birkelyst

---

Geofysisk kortlægning med DualEM

---

IKAST KOMMUNE

---

18. OKTOBER 2017

# Indhold

---

<b>1</b>	<b>Indledning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Geofysisk kortlægning</b>	<b>4</b>
2.1	DualEM og modstandsniveauer	4
2.2	Støjklider	5
<b>3</b>	<b>Resultat af kortlægningen</b>	<b>5</b>
3.1	Feltarbejde og målinger	5
3.2	Databehandling og geofysisk modellering	6
3.3	Kvalitetssikring	6
3.4	Middelmodstandskort	6
<b>4</b>	<b>Anbefalinger</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Konklusion</b>	<b>7</b>

---

**Bilag 1 Oversigt over datapunkter**

**Bilag 2 Middelmodstand i 0-2 m dybde**

**Bilag 3 Middelmodstand i 2-6 m dybde**

**Bilag 4 Middelmodstand i 6-7 m dybde**

---



Projekt nr.: 229315

Dokument nr.:

Version

Revision

Udarbejdet af KIAG

Kontrolleret af SBJ

Godkendt af BMF

# 1 Indledning

NIRAS har udført en geofysisk kortlægning med DualEM ved byggemodningsområdet Birkelyst i den vestlige del af Ikast. Kortlægningen foretages som en indledende vurdering af de geotekniske/geologiske forhold i området. DualEM-kortlægningen kortlægger den elektriske ledningsevne ned til 6-7 meters dybde under terræn, og herudfra kan der udledes viden om geologien og nedsvivningspotentiallet. Det kortlagte område fremgår af Figur 1.1.

Figur 1.1:  
Kortlægningsområdet ved Gl.  
Kirkevej I Hjortshøj, med  
oversigt over de indsamlede  
DualEM data.



## Datapunkter:

- Anvendt data
- Frafiltreret data

DualEM-udstyret anvender GCM-metoden (Ground Conductivity Meter). Feltarbejdet er udført d. 12. oktober 2017.

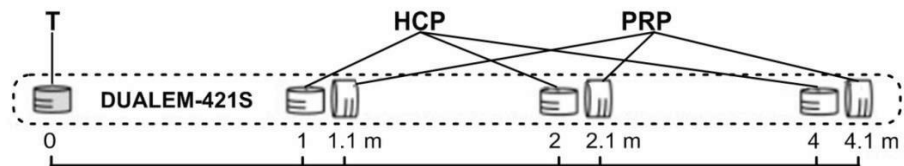


## 2 Geofysisk kortlægning

### 2.1 DualEM og modstandsniveauer

DualEM er et instrument som kortlægger de elektriske modstandsvariationer ned til ca. 7 meters dybde under terræn. Det er et multikonfigurationsudstyr med spoleafstande på hhv. 4, 2, og 1 meter. Udstyret har én senderspøle og 6 modtagerspøler (3 coaxiale og 3 coplanare) (se Figur 2.1). Dette setup giver 6 sender-modtager konfigurationer, hvilket resulterer i 6 datasæt relateret til 6 forskellige dybder.

Figur 2.1: DualEM konfigurationen. Yderst til venstre befinder senderspølen (T) sig. Til højre herfor findes de 3 modtagerspølepar sig i hhv. 1, 2 og 4 m afstand fra senderspølen.



Aflejringer med ler, tørv, dynd, gytje eller salt grundvand vil give lave modstande (god elektrisk leder), mens sand/grus samt kalk med fersk grundvand vil give høje modstande. Baseret på det foreliggende vidensgrundlag om området vurderes kalk og salt grundvand ikke at være relevant for tolkningen i denne kortlægning.

Jordlagenes vandindhold har stor betydning for modstandsniveauet. Tørre lag af såvel sand som ler vil have en højere modstand end vandmættede lag. De geologiske aflejringer inden for det aktuelle kortlægningsområde vil erfaringsmæssigt give sig til kende ved nedenstående modstandsniveauer:

Table 2.1: Elektriske modstande for enkelte lithologier.

Lithologi	Elektrisk modstand
Tørt kvartært sand og grus	> 200 Ohmm
Kvartært sand og grus	60-200 Ohmm
Kvartært smeltevandssilt	50-80 Ohmm
Kalk og kridt	90-500 Ohmm
Moræneler	20-60 Ohmm
Fed tertiært ler	< 20 Ohmm
Marint dynd, gytje og ler	1-15 Ohmm
Ferskvandstørv, -dynd, -gytje og -ler	10-35 Ohmm

Af ovenstående tabel fremgår, at det ikke er muligt at bestemme den geologiske lagserie alene på baggrund af den elektriske modstand, da der er et overlap mellem modstandene og mellem de forskellige materialer. Det er således nødvendigt at sammenholde kendte geologiske oplysninger med de målte modstande for at tolke de geofysiske resultater geologisk.

## 2.2 Støjkilder

Elektromagnetiske målinger forstyrres, hvis der findes metalliske genstande i jorden, elektriske installationer tæt på målelokaliteten, tordenvejr mv. Gylletanke kan forstyrre målinger, idet der er metal i konstruktionen. I dette område er en mindre mængde data sorteret fra pga. af en parkeret gravemaskine i den nordlige del af den sydligste mark.

Den nødvendige afstand til elektriske installationer for at undgå påvirkning, vil dog afhænge af modstanden i de øvre jordlag samt dybden til den gode leder. Der er ikke indhentet ledningsoplysninger for det aktuelle kortlægningsområde.

## 3 Resultat af kortlægningen

Dette afsnit gennemgår GCM kortlægningen med relevante oplysninger om planlægning og udførelse af feltarbejdet, databehandling, tolkning og præsentation samt en beskrivelse og vurdering af de opnåede resultater.

### 3.1 Feltarbejde og målinger

Feltarbejdet er udført d. 12. oktober 2017 i tørvejr. Efter en meget våd periode var jordens vandmætning meget høj. De arkæologiske undersøgelsesrender var ikke farbare med udstyret grundet det våde føre. I begge delområder var der stedvis mindre oversvømmelser, der umuliggjorde opmålingen. DualEM-instrumentet er trukket efter en ATV motorcykel, og alle målepunkter er indmålt med GPS.

De kørte linjer blev udført indenfor de i forvejen afgrænsede områder, der var aftalt med Ikast Kommune. Den endelige placering af de kørte linjer fremgår af Figur 1.1 og Bilag 1.

Der er kortlagt et samlet område på i alt ca. 17 ha, med en linjeafstand på 5-10 m. På den sydlige og største mark i kortlægningsområdet er linjeafstanden i et område i den vestlige del af marken påvirket af det arkæologiske gravearbejde.

## 3.2 Databehandling og geofysisk modellering

Data processeres indledende for at frafiltrere støj. Filtreringen foregår i GCM modulet i *Aarhus Workbench*, hvor der også tilføjes en højdemodel hentet fra Kortforsyningen. Efterfølgende er data tolket med en 1D 12-lags model, og der er produceret middelmodstandskort i 0,5 m intervaller fra 0-2 m dybde og 1 m intervaller fra 2-7 m dybde (Bilag 2-4).

Modelleringen resulterer i en 1D model af jordens modstandsvariation i hver enkelt sondering. Hvert lag i modellen er beskrevet ved en tykkelse og en specifik elektrisk modstand (modelparametre). Tolkingsprogrammet finder den bedste model ved at justere modelparametrene, beregne modellens GCM respons og sammenligne dette med de målte data. Den bedste model bestemmes ved at minimere forskellen mellem de målte data og de beregnede data.

## 3.3 Kvalitetssikring

Data er vurderet i forbindelse med dataindsamlingen. Datakvaliteten er vurderet under processeringen i *Workbench* og efterfølgende kontrolleret inden tolkning. Den endelige tolkning er kontrolleret, kommenteret og justeret i henhold til kontrollens bemærkninger.

## 3.4 Middelmodstandskort

Middelmodstandskortene er afbildet i Bilag 2-4.

Jf. Bilag 2 fremgår det at området i den øverste meter under terræn, er domineret af høje modstande (> 80 Ohmm). Disse modstande kan repræsentere sandede aflejringer, men kan også være tørre lerede aflejringer. Særligt på den mindre mark, som udgør den nordligste del af kortlægningsområdet, ses der høje modstande. I dette område er datakvaliteten dog påvirket af støj, som formentligt er forårsaget af nedgravede kabler, og det er derfor svært at sige om de høje modstande som ses her er forårsaget af sandede aflejringerne. De høje modstande i dette område fortsætter dog ned til 7 m dybde, dog mindsker områdets udbredelse og modstandsværdierne falder, i takt med at dybden stiger.

Fra 1,5 m dybde og ned, er området domineret af lave modstande (<50 Ohmm), dog er modstandene generelt højest i den østlige del af kortlægningsområdet, på den store mark i syd.

Fra 5 m dybde findes der færre data, da den maksimale indtrængningsdybde nås, og fra 6-7 m dybde er der kun få data.

Der ses ingen tegn på større begravede fyldpladser indenfor kortlægningsområdet.

## 4 Anbefalinger

For at afklare hvorvidt der er tale om sandede aflejringer eller tørre lerede aflejringer i den øverste meter under terræn, kan der udføres boreriger indenfor områderne med høje modstande på den sydlige mark og den midterste mark. Ligeledes bør der udføres boreriger på den nordligste mark, for at af- eller bekræfte om de høje modstande, som ses her er forårsaget af sandede aflejringer.

## 5 Konklusion

Den 12. oktober 2017 udførte NIRAS en DualEM kortlægning ved Birkelyst i Ikast. De indsamlede data er processeret og tolket med en 12 lags model, ud fra hvilken der er produceret middelmotstandskort ned til 7 m dybde.

Kortene viser, at der i 0-1 m dybde findes høje modstande (> 80 Ohmm) i størstedelen af kortlægningsområdet. Hvorvidt disse forårsages af sandede aflejringer eller tørre leraflejringer kan belyses vha. boreriger. Herudover er kortlægningsområdet domineret af lave modstande, som forventes at repræsentere lerede aflejringer. På den nordligste mark ses høje modstande, som kan være forårsaget af enten støj fra nedgravede kabler eller lignende støjkluder eller sandede aflejringer.





Legende:

- Datapunkter:
- Anvendt data
  - Frafiltreret data

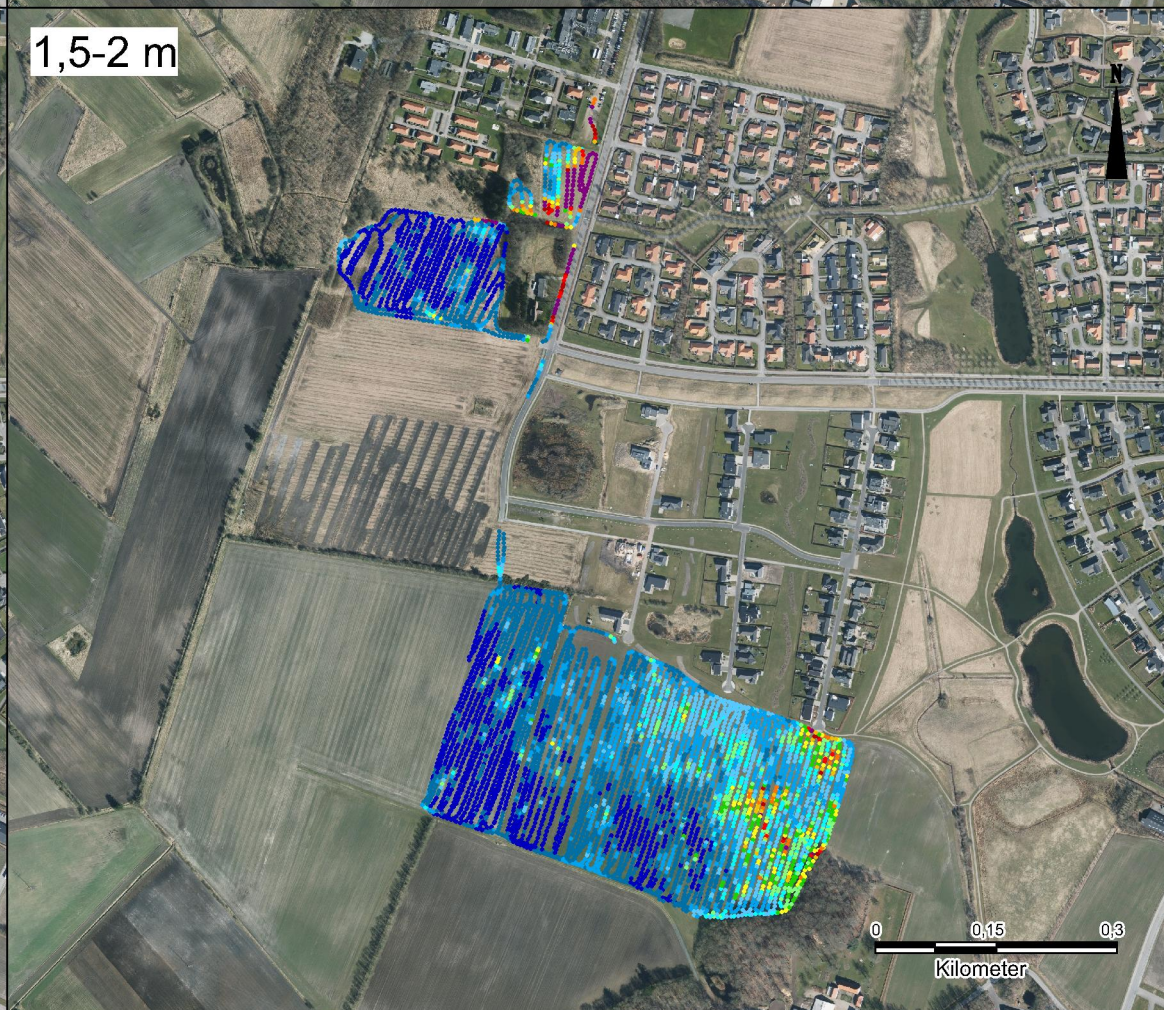
**Bilag 1**

**DualEM Birkelyst  
Oversigt over datapunkter**

Rev.: a  
Dato: 18-10-2017  
Udarb.: KIAG  
Kontrol: SBJ  
SagsNr.: 229315

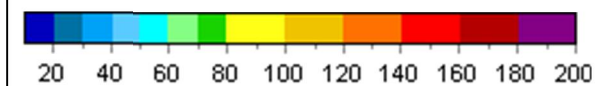
**NIRAS**  
Ceres Allé 3  
8000 Aarhus C  
www.niras.dk





Legende:

Middelmodstand [Ohmm]:



## Bilag 2

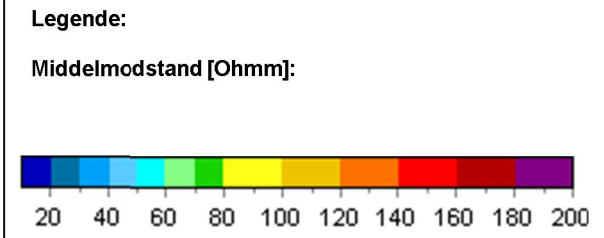
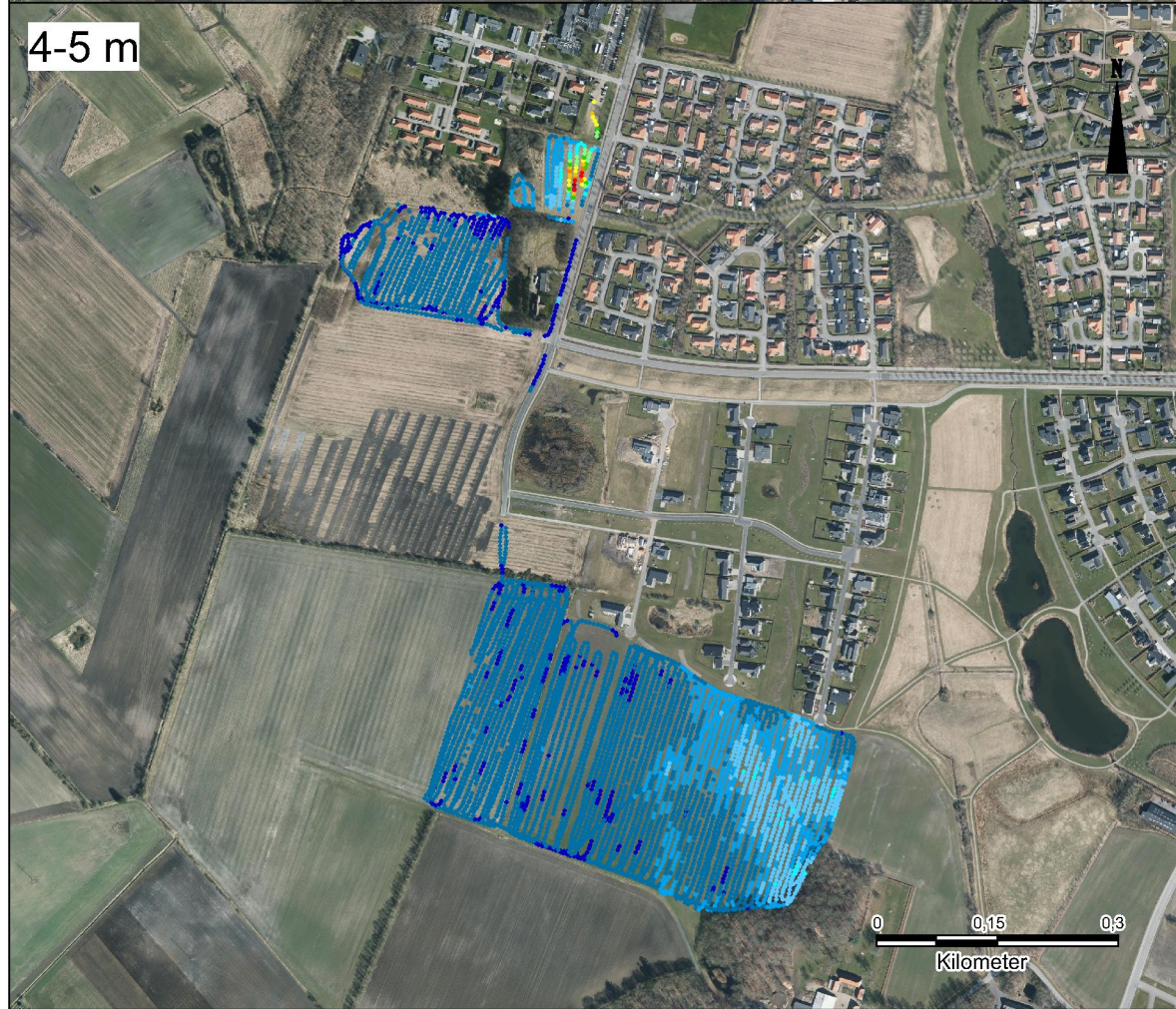
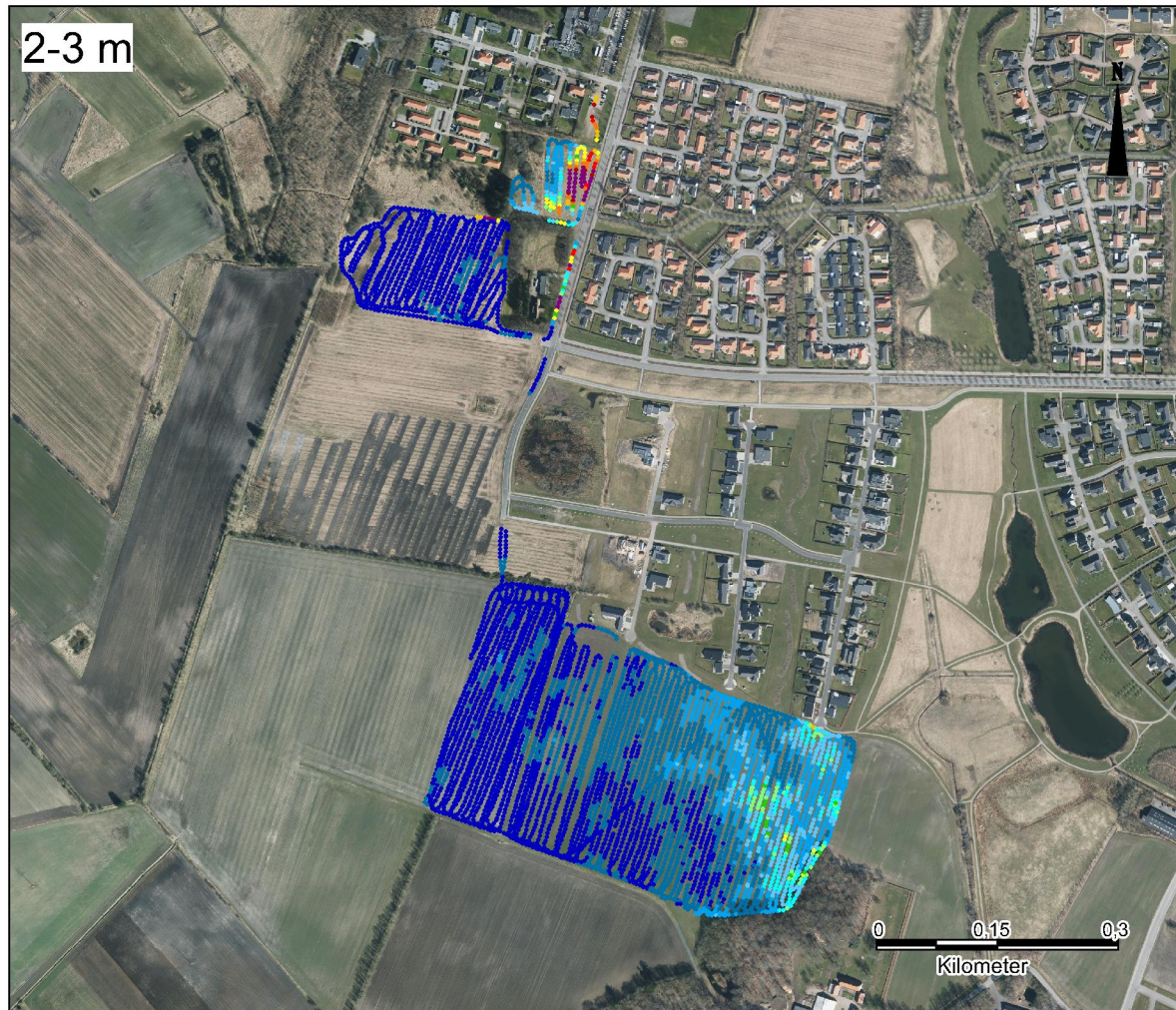
### DualEM Birkelyst Middelmodstand i 0-2 m dybde

Rev.: a  
Dato: 18-10-2017  
Udarb.: KIAG  
Kontrol: SBJ  
SagsNr.: 229315

**NIRAS**  
Ceres Allé 3  
8000 Aarhus C

www.niras.dk





**Bilag 3**

**DualEM Birkelyst  
Middelmodstand i 2-6 m  
dybde**

Rev.: a  
Dato: 18-10-2017  
Udarb.: KIAG  
Kontrol: SBJ  
SagsNr.: 229315



Ceres Allé 3  
8000 Aarhus C

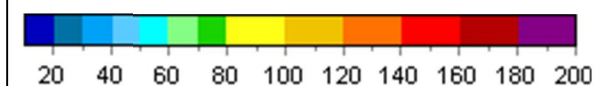
www.niras.dk





Legende:

Middelmodstand [Ohmm]:



## Bilag 4

### DualEM Birkelyst Middelmodstand i 6-7 m dybde

Rev.: a  
Dato: 18-10-2017  
Udarb.: KIAG  
Kontrol: SBJ  
SagsNr.: 229315

**NIRAS**  
Ceres Allé 3  
8000 Aarhus C

www.niras.dk

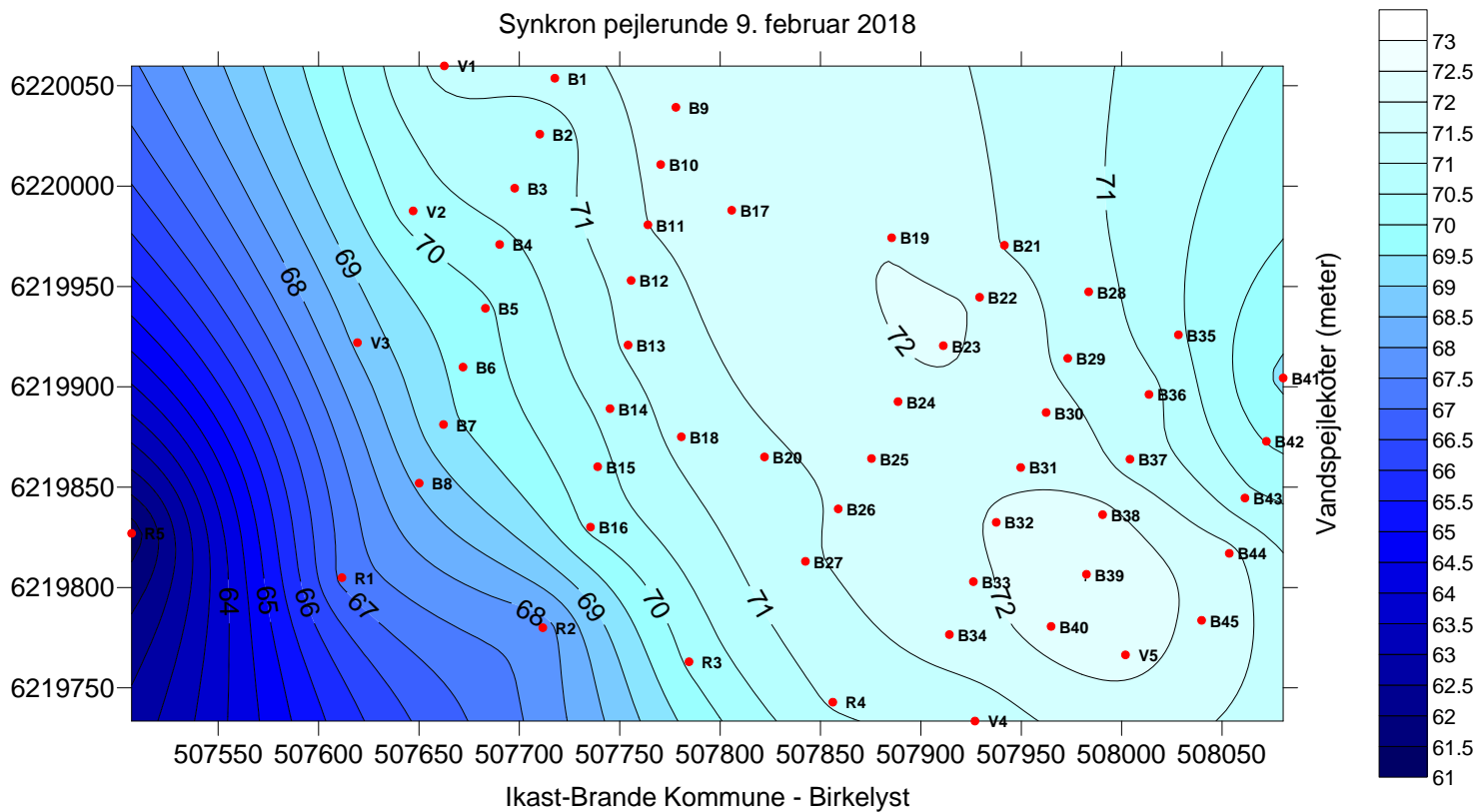


Potentialekort

---

BILAG 3

Synkron pejlerunde 9. februar 2018



Signaturer og Definitioner

---

BILAG A

# GEOLOGISKE FORKORTELSER

## DANNELSESMILJØ

Br	Brakvand	Sm	Smeltevand
Fe	Ferskvand	VI	Vindaflejret
FI	Flydejord	Vu	Vulkansk
GI	Gletscher		
Ma	Marin		
Ne	Nedskyl		
O	Overjord		
SK	Skredjord		

## ALDER

Kv	Kvartær	Te	Tertiær	Kt	Kridt
Pg	Postglacial	Pl	Pliocæn	Se	Senon
Sg	Senglacial	Mi	Miocæn		
Al	Allerød	Oi	Oligocæn		
Gc	Glacial	Eo	Eocæn		
Ig	Interglacial	Pl	Palæocæn		
Is	Interstadial	Sl	Selandien		
Re	Recent	Da	Danien		

## KORNSTØRRELSER

fint	Finkornet
mellem	Mellemkornet
groft	Grovkornet

## SORTERINGSGRADER

usort.	Usorteret	U>7
ringe sort.	Ringe sorteret	3,5<U>7
sort.	Sorteret	2<U<3,5
velsort.	Velsorteret	UK2

## HÆRDNINGSGRADER

H1	Uhærdnet
H2	Svagt hærdnet
H3	Hærdnet
H4	Stærkt hærdnet
H5	Forkislet

## BIKOMPONENTER

gytjeh.	Gytjeholdig(t)	pir.	Planterester
kfr.	Kalkfri	rodgn.	Rodgang
khl.	Kalkholdig(t)	rodtr.	Rødtrævler
muldstr.	Muldstriber	skalb.	Skalholdig(t)
organiskh.	Organiskholdig(t)	tørveh.	Tørveholdig(t)

## ØVRIGE FORKORTELSER

enk.	Enkelte	kip.	Klumper	part.	Partier	udb.	Udblødt
hom.	Homogent	m.	Med	sl.	Slirer/striber	u.t.	Under terræn
ifig.	Ifølge	misf.	Misfarvet	stk.	Stykker	vs.	Vandspejl
indh.	Indhold	omdan.	Omdannet	st.	Stærk(t)	veks.	Vekslende
inhom.	Inhomogent	o.t.	Over terræn	sv.	Svag(t)	v.f.	Vandførende

## DEFINITIONER

Vandindhold (%)	W	= Vandvægt i procent af tørstofvægten
Flydegrænse (%)	W <sub>f</sub>	= Vandindhold ved flydegrænsen
Plasticitetsgrænse (%)	W <sub>p</sub>	= Vandindhold ved plasticitetsgrænsen
Plastivtetsindeks (%)	I <sub>p</sub>	= W <sub>f</sub> - W <sub>p</sub>
Rumvægt (kN/m <sup>3</sup> )	γ	= Forholdet mellem totalvægten og totalvolumen
Kornrumvægt (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>s</sub>	= Middelværdien af tørstoffets rumvægt
Poretal	e	= Forholdet mellem porevolumen og tørstofvolumen
Løs/fast lejring	e <sub>max</sub> /e <sub>min</sub>	= Poretallet i løseste/fasteste standardlejring i laboratoriet
Tæthedsindeks	I <sub>D</sub>	= Relativ lejringstæthed (e <sub>max</sub> - e)/(e <sub>max</sub> - e <sub>min</sub> )
Glødetab	gl	= Vægttabet ved glødning (3 timer 550°C) i procent af tørstofvægten
Kalkindhold (%)	ka	= Vægten af Ca CO <sub>3</sub> i procent af tørstofvægten
Vingestyrke (kN/m <sup>2</sup> )	c <sub>v</sub>	= Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
Vingestyrke (kN/m <sup>2</sup> )	c <sub>vr</sub>	= Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg efter omrøring (10x360°)
SPT-forsøg	N	= Antal slag pr. 300mm nedsynkning ved standardpenetrationsforsøg
Rammesonderingsmodstand	r <sub>10</sub>	= Antal slag pr. 0,1m nedsynkning af ø5cm <sup>2</sup> kugle-sonde med rammeenergi h×G = 0,50m × 0,1 kN
Drejesonderingsmodstand (WST)	R	= Antal halve omdrejninger pr. 0,2m nedtrængning af spidsbor med last 1 kN
Kornkurve	S	= Sigte/slemmeanalyse

## SIGNATURFORKLARING OG DEFINITIONER

Bilag A



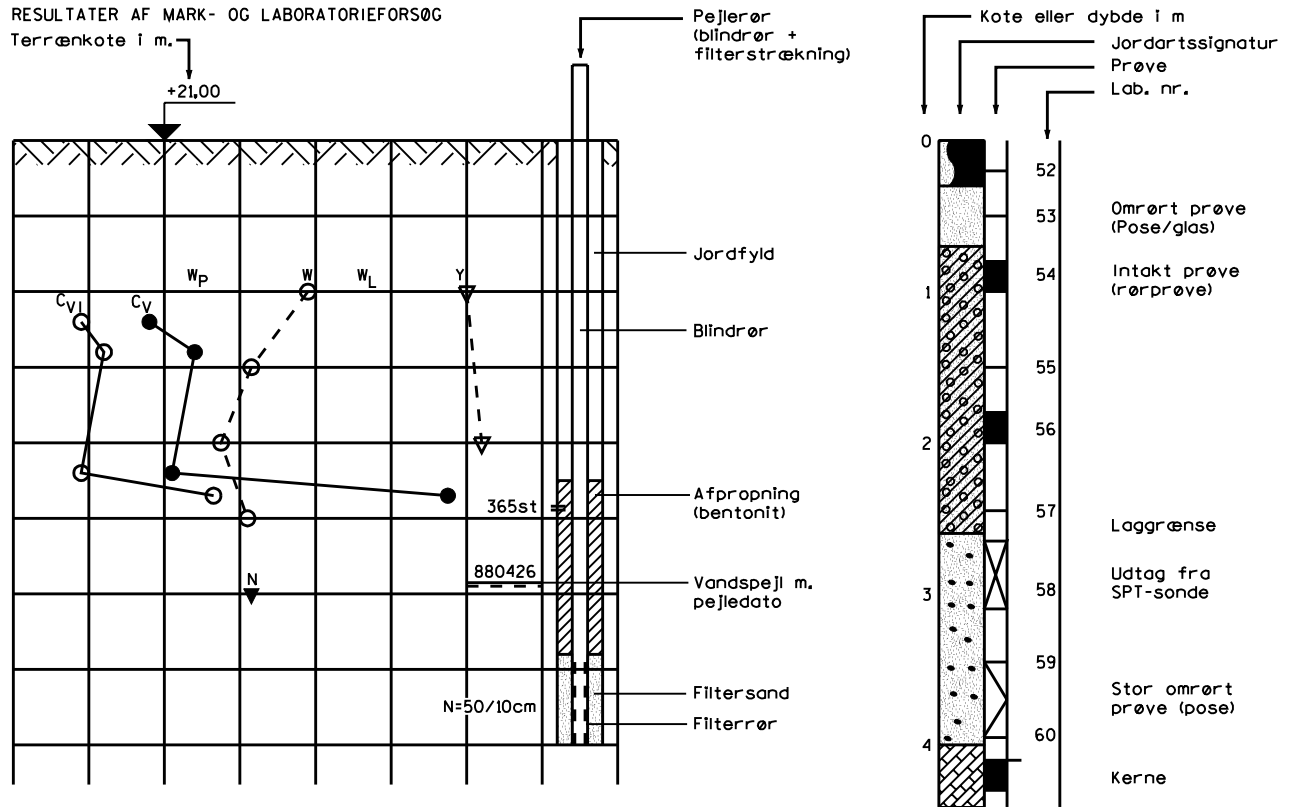
NIRAS

Ceres Allé 3  
8000 Aarhus

Telefon: 8732 3232  
www.niras.dk

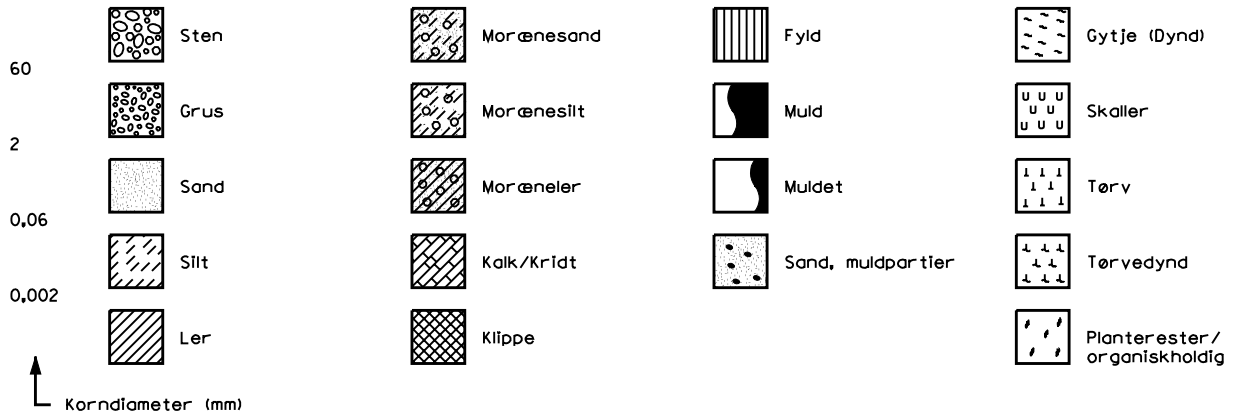
# BOREPROFIL

RESULTATER AF MARK- OG LABORATORIEFORSØG  
Terrænkote i m.



Definitioner, se bagside.

## JORDARTSSIGNATURER



## SIGNATURER PÅ SITUATIONSPLAN



## SIGNATURFORKLARING OG DEFINITIONER

Bilag A

Geoteknisk Situationsplan

---

BILAG S



**SIGNATURER:**



B2

Geotekniske boringer

**Bilag S**

Byggemodning, Birkelyst  
Placering af geotekniske boringer

Dato 2018.02.27 Målestok 1:2500 Sag nr.: 229315



NIRAS A/S  
Ceres Allé 3  
8000 Aarhus C

Telefon 8732 3232  
E-mail niras@niras.dk